Serials
Q
67
.C65

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE

ET D'HISTOIRE NATURELLE

DE GENÈVE

CALIFORNIA
APR 18 1914
ACADEMY OF SCIENCES

XXX. — 1913

GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

PARIS
H. LE SOUDIER
174-176, Boulev. St-Germain

LONDRES
DULAU & Cie
37, Soho Square

NEW-YORK
G. E. STECHERT & Co
151-155, W 25th Street

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, GEORG & Co, à BALE

1914

CALIFORNIA
APR 18 1914
ACADEMY OF SCIENCES

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE

ET D'HISTOIRE NATURELLE

DE GENÈVE

GENÈVE — SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'IMPRIMERIE
Rue de la Pélisserie, 18

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE

ET D'HISTOIRE NATURELLE

DE GENÈVE

XXX. — 1913

GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

PARIS	LONDRES	NEW-YORK
H. LE SOUDIER	DULAU & C°	G. E. STECHERT & C°
174-176, Boul. St-Germain	37, Soho Square	151-155, W 25th Street

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, GEORG & Cie, A BALE

1914

Extrait des *Archives des sciences physiques et naturelles*
Tomes XXXV, XXXVI et XXXVII

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Année 1913

Présidence de M. Auguste Bonna

Séance générale annuelle du 16 janvier 1913

Maurice Gautier. Rapport annuel.

M. Maurice Gautier, président sortant de charge, donne lecture de son rapport sur l'activité de la Société pendant l'année 1912. Ce rapport contient en outre des notices biographiques sur deux membres honoraires, F.-A. Forel et S.-H. Sendder, un membre émérite, Henri Dor, et un associé libre, Aloïs Naville, décédés pendant l'année.

Séance 6 février

A. Schidlof et Mlle Murzynowska. Sur l'application de la loi de Stokes à la chute de très petites gouttes et à la détermination de la charge de l'électron. — Arnold Pictet. Nouvelles recherches sur l'hibernation des Lépidoptères. — Raoul Pictet. Nouveau procédé pour la séparation de l'azote et de l'oxygène pur à partir de l'air liquide. — E. Yung et L. Stefansky. Sur la faune des Nématodes libres du canton de Genève.

M. A. Schidlof et Mlle J. Murzynowska. — *Sur l'application de la loi de Stokes à la chute de très petites gouttes et à la détermination de la charge de l'électron.*

Nous avons utilisé dans ces recherches la méthode de J.-J. Thomson et H.-A. Wilson, si heureusement modifiée par R.-A. Millikan, estimant que les particules liquides présentent seules la garantie suffisante d'une forme sphérique parfaite, nécessaire à l'application de la loi de Stokes. Parmi les différents liquides examinés, l'huile d'olive a fourni les meilleurs résultats. Notre dispositif ne

diffère que par les trois points suivants de celui du savant américain.

1° A la place d'une batterie de 10 000 volts nous avons utilisé une batterie d'accumulateurs de très grande capacité, fournissant un potentiel très constant d'environ 100 volts. Ce potentiel fut mesuré à l'aide d'un voltmètre de précision de Siemens et Halske, vérifié au potentiomètre.

2° Notre condensateur, notablement plus petit que celui de Millikan, se composait de deux plateaux de laiton dont la distance était 0,5 cm.

3° L'objectif de la lunette d'observation se trouvait à une distance relativement petite (environ 25 cm.) de la goutte d'huile, et le parcours de chute ou d'ascension observé était ordinairement de 0,285 cm.

Nous nous sommes proposés de rechercher *si la formule de correction de la loi de Stokes, établie par Cunningham*[1] *s'applique effectivement aux gouttelettes d'huile de divers diamètres.*

Les premiers travaux publiés par Millikan[2] laissent subsister des doutes sur ce point. En particulier, la valeur attribuée par Millikan à la constante A de la formule de Cunningham est $A = 0,815$, basée sur l'hypothèse d'un choc mou. Or, l'exactitude de cette hypothèse ne paraît pas suffisamment prouvée. Nos études ont donc porté sur des gouttes de très petit diamètre pour lesquels les écarts de la loi de Stokes sont considérables. En même temps, les objections soulevées par Perrin[3] contre la méthode de Millikan semblent avoir une importance d'autant plus petite que la vitesse de chute est plus petite et la pression capillaire plus élevée.

Pour calculer la charge de l'électron, nous avons utilisé les résultats de nos observations relatives à 22 gouttes dont les diamètres varient entre les limites de 0,8 et 2,1 microns. Les vitesses de chute varient dans ces conditions entre 0,001770 cm./sec. et 0,012520 cm./sec.

On a calculé d'abord pour chaque goutte la valeur de la charge élémentaire apparente e (en U.E.S.) résultant de la loi de Stokes non corrigée, en adoptant pour le coefficient de viscosité de l'air la valeur

$$\eta = 0,0001733 \text{ (à } 0°)$$

Les valeurs de e, représentées graphiquement en fonction de la vitesse de chute v, se trouvent très sensiblement sur une courbe

[1] *Proc. of the Royal Soc. of London*, 1910, t. 83, p. 357-365.

[2] *Philos. Mag.*, 1910, t. 19, p. 209-228.

[3] *Comptes-rendus*, 1911, t. 152, p. 1165-1168.

continue. Nous avons admis que e varie en fonction de v suivant la formule de Cunningham. Cette supposition nous a permis de déduire de deux observations, faites avec des gouttes d'un diamètre assez différent la valeur de la quantité inconnue $Al = K$ qui intervient dans la formule de Cunningham. l représente le chemin moyen des molécules d'air. Cette quantité était sensiblement constante dans nos expériences, effectuées toutes à une pression voisine de 730 mm. et à une température d'environ 19° ($l = 9,5 \times 10^{-6}$ cm.).

Nous avons pris la moyenne arithmétique des résultats obtenus avec les sept plus grandes gouttes pour lesquelles la variation de v semble linéaire dans les limites de précision des observations, et nous avons calculé K et A au moyen de chacune des six expériences faites avec les plus petites gouttes qui fournissent les valeurs les plus élevées de e.

On obtient les résultats suivants :

K	$A = \frac{K}{l}$
$8,34 \times 10^{-6}$	0,877
8,70 »	0,916
8,64 »	0,910
7,89 »	0,841
7,85 »	0,825
8,33 »	0,877

Moyennes :
$K = 8,288 \times 10^{-6}$
$A = 0,874$

Si l'on tient compte du fait que la valeur de K est très fortement influencée par les petites erreurs expérimentales, on peut admettre *que la théorie de Cunningham semble bien s'appliquer à la chute de très petites gouttes d'huile dans l'air sous la pression atmosphérique.*

Le choc entre les molécules d'air et les gouttes d'huile présente, *approximativement,* le caractère d'un choc mou ($A = 0,874$).

En utilisant la valeur moyenne de la constante de correction $K = 8,288 \times 10^{-6}$ nous avons apporté à chacun de nos 22 résultats la correction de Cunningham. Les valeurs corrigées ne présentent que de très petites irrégularités, attribuables aux erreurs d'observation. La valeur moyenne est :

$$e_0 = 4,738 \times 10^{-10}$$

Elle concorde bien avec les derniers résultats de Millikan.

M. Arnold Pictet donne connaissance des résultats de ses *nouvelles recherches sur l'hibernation des Lépidoptères.*

On sait que les Lépidoptères volent à une époque déterminée

qui est à peu près la même pour les individus d'une espèce, dans une localité donnée. D'autre part, l'hibernation provoque un arrêt de développement *(diapause)* qui, pour les espèces univoltines et pour les individus de la génération d'hiver des espèces bivoltines, ramène chaque année l'éclosion du papillon à la même époque.

D'un certain nombre d'expériences que nous avons publiées précédemment, il résulte que si l'on supprime la diapause hibernale, en maintenant les chenilles en chambre chauffée, cela ne raccourcit pas nécessairement la *durée totale* de l'ontogénie, et l'éclosion du papillon, malgré l'avance acquise par les larves, a lieu exactement à l'époque habituelle de l'espèce ; il se produit, en effet, une prolongation corrélative de la durée de l'état nymphal qui rétablit le cycle évolutif normal.

C'est ce qu'ont démontré, entre autres, nos recherches en ce qui concerne *Lasiocampa quercus ;* les chenilles, maintenues en chambre chauffée pendant l'hiver, *hivernent* quand même. A la première génération, la diapause est cependant sensiblement raccourcie ; elle l'est davantage à la seconde, dure en moyenne un mois à la troisième et se trouve supprimée pour la plupart des individus de la quatrième génération. Il résulte de cet état de choses que, dans chaque cas, l'époque de la chrysalidation est notablement avancée. Mais, malgré que les cocons soient maintenus dans une température de 18 à 22°, ou malgré les pratiques expérimentales qu'on leur fait subir en vue de hâter leur développement, la grande majorité éclot en juillet, c'est-à-dire à l'époque habituelle de l'espèce.

Cependant, toutes les espèces ne se comportent pas de cette façon et, entre autres, *Dendrolimus pini,* dont l'ontogénie, à l'état naturel, est cependant exactement la même que celle de *Lasiocampa quercus. Dendrolimus pini* vole et pond en juillet; ses chenilles qui se nourrissent de Conifères mènent une première période de vie active jusqu'à l'hivernage, puis une seconde période de vie active au printemps et s'encoconnent en mai-juin.

Les chenilles d'une ponte de cette espèce, nées au commencement de juillet 1912, ont commencé leur hivernage vers la fin d'août. Le 29 août, sur les 203 chenilles qui sont mises en expérience, 98 sont entrées dans la mousse et 105 restent sur les branches ; malgré la température encore élevée, ces dernières ne prennent plus de nourriture, à part une dizaine qui ont acquis une taille légèrement supérieure aux autres. Les 98 larves qui sont entrées dans la mousse sont divisées en deux lots; le lot I, avec 55 larves, servira de témoin et restera dehors tout l'hiver et le lot II, comprenant 43 chenilles, sera maintenu dans la chambre chauffée dès que l'hiver aura commencé. Quant aux 105 larves qui sont restées sur les branches, elle constituent le lot III, qui restera également en chambre.

Hibernation des chenilles de Dendrolimus pini

	Lot I (Témoin)		Lot II		Lot III	
	Dans la mousse	Sur les branches	Dans la mousse	Sur les branches	Dans la mousse	Sur les branches
29 août	55	0	43	0	0	105
15 sept.	45	10	37	6	28	77
4 oct.	37	16 (2 décès)	30	6 (7 décès)	34	71
3 nov.	18	33 (2 décès)	7	22	4	93 (8 décès)
10 nov.	18	33	0	36	4	93
25 nov.	15	36	0	36	0	89

Tous les 8 jours nous examinons les boîtes d'élevage et nous constatons, ainsi que le montre le tableau suivant où ne sont relatées que les principales dates, que l'hivernage en chambre chauffée et dès la première génération, cesse très rapidement pour les lots II et III (10 et 25 novembre).

Si nous tenons compte, maintenant, de la taille des chenilles du lot III, à la date du 25 novembre, nous constatons qu'il y en a 40 qui ont encore conservé la taille de 15 à 22 mm. qu'elles avaient avant l'hivernage, c'est-à-dire qu'elles ont subi la diapause, et 49 qui ont grandi. Ces dernières ont toutes dépassé 35 mm. et beaucoup sont adultes, prêtes à se chrysalider ; il ne s'en trouve aucune qui ait une taille intermédiaire entre 22 et 35 mm. Nous voyons par là que le raccourcissement de la diapause ne se présente que pour la moitié des individus de ce lot. Les individus du lot II, en ce qui concerne leur taille, se comportent de la même façon.

Les chenilles les plus avancées du lot III se sont chrysalidées le 29 octobre et le 9 novembre ; leur éclosion a eu lieu le 23 novembre (un mâle) et le le 29 novembre (une femelle), c'est-à-dire à peu près dans la limite naturelle de cette espèce. Une première ponte est obtenue dont les chenilles éclosent le 18 décembre. Dans le lot II, les premiers cocons ont été tissés le 12 et le 19 janvier 1913, avec éclosion des papillons les 24 et 28 du même mois.

Ces expériences montrent que, sous le rapport de l'hibernation, *Dendrolimus pini* réagit vis-à-vis de la température d'une façon toute différente que *Lasiocampa quercus*. Alors que chez celle-ci la suppression artificielle de tout ou partie de la diapause larvaire est compensée par la prolongation de la nymphose qui ramène l'éclosion du papillon à l'époque habituelle, tel n'est pas le cas pour *Dendrolimus pini* où les chrysalides formées hâtivement en hiver, donnent naissance à leur imago dans le délai habituel ;

de cette façon, il est possible d'obtenir une seconde génération dans la même année.

Si nous tenons compte que la nourriture des chenilles de *Lasiocampa quercus* consiste en feuilles qni tombent en automne, tandis que *Dendrolimus pini* se nourrit de Conifères, nous voyons que ce qui détermine la durée de la diapause est bien plutôt la disparition ou la persistance des feuilles nourricières pendant l'hiver que l'abaissement de la température. Parmi les autres expériences de ce genre que nous avons pratiquées précédemment, nous avons souvent constaté que les espèces qui consomment des plantes vivaces se comportent comme *Dendrolimus pini,* tandis qu'au contraire le mode observé par *Lasiocampa quercus* est aussi celui des espèces dont les feuilles nourricières tombent en hiver.

L'hibernation est donc le résultat d'une adaptation aux conditions ambiantes, indépendamment de la température. Nous avons du reste déjà démontré cette théorie[1] et les expériences qui viennent d'être relatées en sont une nouvelle confirmation.

M. Raoul Pictet parle d'un *nouveau procédé pour la séparation de l'azote et de l'oxygène pur à partir de l'air liquide.*

M. le prof. Emile Yung communique au nom de M. Witold Stefanski la liste des espèces trouvées par ce dernier au cours de ses recherches sur la *faune des Nématodes libres du canton de Genève.*

La grande diversité des formes parasites des Nématodes et l'intérêt médical qui s'attache à ce groupe explique que les zoologistes aient négligé jusqu'ici l'étude de leurs formes libres.

Aujourd'hui, les recherches qui les concernent se multiplient.

M. Stefanski a entrepris de déterminer la faune des Nématodes libres du canton de Genève et il présente la liste suivante des espèces trouvées par lui jusqu'à ce jour dans le lac, les eaux courantes et dans les mousses.

Lac de Genève. — 19 espèces dont 8 non encore mentionnées par Hofmänner (Société vaudoise des sciences naturelles, séance du 3 juillet 1912) sont les suivantes :

1. Plectus granulosus Bast.	60 m.
2. Dorylaimus crassus de Man	40 m. 60 m. 300 m.

[1] Arnold Pictet. Des diapauses embryonnaires, larvaires et nymphales chez les Insectes lépidoptères. *Bull. Soc. lépidop. Genève*, vol. I, p. 98-153, 1906.

3. D. sp.	40 m.
4. D. sp.	40 m.
5. Aphanolaimus aquaticus Daday	30 m.
6. Trilobus n. sp.	60 m. 305 m.
7. Monohystera sp. toutes les profondeurs.	
8. Rhabditis sp. littoral.	

Les eaux courantes.

1. Mononchus macrostoma Bast.	Rhône, Arve.
2. Plectus parvus Bast.	Rhône.
3. P. sp.	Rhône.
4. Dorylaimus sp.	Rhône.
5. D. sp.	Rhône.
6. Monohystera paludicola de Man	Aire fosse du Bois de la Bâtie.
7. » filiformis Bast.	Aire.
8. » similis Bstli	Rhône.
9. » dispar Bast.	Rhône.
10. Rhabditis sp.	Rhône.
11. Tripyla filicaudata de Man	Arve.
12. Trilobus n. sp.	fosse du Bois de la Bâtie.
13. Diplogaster n. sp.	Rhône.

La faune des mousses.

1. Plectus communis Bütschli.
2. » auriculatus Bütschli.
3. Alaimus primitivus de Man.
4. Tripyla arenicola de Man.
5. Cephalobus sp.
6. Tylenchus sp.
7. Monohystera bulbifera de Man.
8. Dorylaimus macrodorus de Man.
9. » sp.
10. » filiformis Bast.
11. Mononchus parpillatus Bast.
12. Cylindrolaimus communis de Man.
13. Teratocephalus crassidens de Man.
14. » terricola Bütschli.
15. Prismatolaimus dolichurus de Man.

En somme, M. Stefanski a trouvé 47 espèces (appartenant à 17 genres) dont 31 sont certaines, 10 incertaines et 3 qu'il considère comme espèces nouvelles.

Séance du 20 février

L. Duparc et ses élèves. 1) Sur la séparation du palladium d'avec les métaux du groupe du platine, et sur l'analyse des minerais de platine. — 2) Sur l'action de l'acide chlorhydrique chaud à 5 % sur quelques terres rares après désagrégation avec le carbonate de sodium. — 3) La précipitation quantitative du magnésium. — 4) Les méthodes d'insolubilisation de la silice. — Th. Tommasina. La vitesse de la lumière et la constante de gravitation ne peuvent pas être des constantes absolues.

M. le prof. Louis Duparc présente les communications suivantes, relatives à des travaux faits dans son laboratoire et à son instigation :

1° M. Wunder et V. Thuringer. — *Sur la séparation du palladium d'avec les métaux du groupe du platine, et sur l'analyse des minerais de platine.*

Le palladium peut être séparé quantitativement d'une solution chlorhydrique très faible par addition à chaud d'une solution aqueuse de diméthyl-glyoxyme.

L'analyse complète des minerais de platine se fait ainsi :

Attaque par l'eau régale qui laisse les osmiures insolubles.

Précipitation simultanée et quantitative du platine et de l'iridium comme chloroplatinate et chloroiridate, puis calcination, et extraction du platine par l'eau régale faible. Précipitation dans la solution filtrée du palladium et de l'or par le diméthyl-glyoxyme, calcination, redissolution du résidu dans l'eau régale précipitation de l'or par l'acide oxalique, puis après séparation de l'or précipitation du palladium à nouveau par le diméthyl-glyoxyme.

La solution contenant le rhodium et le cuivre est réduite par le zinc, le rhodium et le cuivre sont précipités. Après calcination le cuivre est extrait par l'acide nitrique et dosé comme à l'ordinaire, enfin le fer reste dans la solution filtrée du rhodium et du cuivre.

2° M. Wunder et A. Schapira. — *Sur l'action de l'acide chlorhydrique chaud à 5 % sur quelques terres rares après désagrégation avec le carbonate de sodium.*

Ces messieurs ont trouvé que les oxydes de thorium et de cérium après calcination avec Na_2CO_3 sont complètement insolubles, ceux de lanthane et de dydime sont entièrement solubles, celui d'erbium l'est partiellement. Ces messieurs ont aussi séparé le wolfram d'avec le dydime, le thorium, le cérium et le lanthane en calcinant préalablement leurs oxydes, et les fondant avec le carbonate de sodium pendant 20 minutes. La masse fondue est reprise par

l'eau, la solution filtrée. Le wolfram passe entièrement en solution, les terres rares restent sur le filtre et peuvent être séparées ultérieurement.

3° M. Wunder et C. Schuler ont étudié la *précipitation quantitative du magnésium* comme phosphate ammonaco-magnésium et arséniate, en opérant sous toutes les conditions possibles de concentration relative, à des températures variables et avec le phosphate de soude, le phosphate d'ammoniaque, le sel de phosphore et les arséniates correspondants. Ils sont arrivés à une série de conclusions intéressantes dont la plus importante est que sous certaines conditions spéciales qu'ils ont précisé, le dosage comme arséniate est aussi parfait que celui comme phosphate.

4° M. Wunder et Suléiman ont étudié les *méthodes d'insolubilisation de la silice* dans l'analyse des silicates. Ils ont opéré successivement avec les acides chlorhydrique, nitrique et sulfurique, dans des conditions absolument comparables, et trouvé qu'avec l'acide nitrique l'insolubilisation est aussi parfaite qu'avec l'acide chlorhydrique. Par contre, elle est incomplète avec l'acide sulfurique. Ils ont également déterminé la solubilité de la silice dans ces divers réactifs, puis étudié la rétention des corps du groupe du fer et de l'alumine par la silice fraîchement précipitée. Les résultats de ces dernières recherches feront l'objet d'une communication ultérieure.

M. Th. Tommasina. — *La vitesse de la lumière et la constante de gravitation ne peuvent pas être des constantes absolues.* — Quarante-troisième Note *sur la physique de la gravitation universelle.*

M. Marcel Brillouin dans un travail intitulé *Propos sceptiques au sujet du principe de relativité*[1], travail que j'examinerai très prochainement, dit : « Ce n'est pas seulement aux électrons et et à la matière que la théorie récente de la relativité interdit de dépasser la vitesse de la lumière dans le vide ; c'est aussi à toute espèce d'ondulation électromagnétique, à toute espèce d'action ou de *signal* de quelque espèce qu'il soit. En particulier la vitesse de propagation de la gravitation doit être non pas infinie comme on l'admet dans tous les calculs classiques fondés sur la loi de Newton, mais inférieure ou au plus égale à celle de la lumière dans le vide ». Avant de terminer cette citation, je rappelle ici que ma théorie établissant que le champ gravitationnel est constitué par le

[1] *Scientia.* VII, vol. XIII. N. XXVII, janvier 1913, p. 10-26.

même mécanisme qui propage la lumière en avait déduit que l'action gravitante ne saurait d'aucune façon se propager avec une vitesse plus grande que celle de la lumière dans le vide. Mais, j'avais d'ailleurs déjà montré, dans ma 24me Note de cette série[1], que la vitesse de la lumière n'est pas une constante absolue. La question change donc d'aspect, et étant donné son importance, je crois utile de compléter la précédente démonstration par la Note actuelle.

M. Brillouin continue ainsi : « Cela fait jouer à la vitesse de la lumière le rôle d'une constante universelle au sens le plus vaste de ce mot. N'est-ce pas encore une hypothèse, que la vitesse de la lumière soit la même en tous les points de notre univers, aux confins de la voie lactée comme au voisinage de notre système solaire, dans les autres nébuleuses et dans tous les espaces inter-nébuleux. Certes, c'est une habitude prise depuis longtemps que de la traiter comme telle, mais c'est seulement faute d'avoir mieux à dire ; d'une habitude à un principe, il y a loin ! L'accord est-il donc assez parfait entre les vitesses mesurées à la surface de la terre, et celles déduites des dimensions de l'orbite terrestre, pour que l'on ne puisse conserver aucun doute ? Je ne crois pas, ajoute M. Brillouin, qu'on ait jamais imaginé un moyen d'avoir une idée de la vitesse de la lumière dans les espaces célestes. » Or, ma théorie mécanique basée sur la pression des radiations, fournit bien plus qu'une idée, elle fournit le fait même, en établissant que la vitesse de la lumière dans l'espace sidéral n'est pas uniforme, mais uniformément retardée suivant la loi des carrés des distances, de façon que la loi de Newton s'applique non seulement à la gravitation, mais encore à la propagation de la lumière et en général à toutes les radiations. Je résume ma démonstration en quelques lignes : Depuis que la constatation expérimentale de la pression de la lumière a été faite, la valeur qualitative de ce fait nouveau, indépendemment de toute considération sur les valeurs quantitatives, nous force à admettre que la vitesse doit être fonction de l'intensité du moment que la pression en est la valeur mécanique. Il y a donc amortissement de la vitesse, puisqu'il y a amortissement de l'intensité et de la pression. Le mécanisme de la propagation, qui consiste dans une suite de transmissions successives de pressions, montre que si la pression diminue avec l'intensité il en doit être forcément de même de la vitesse de cette propagation.

Nous allons voir qu'on peut tirer une démonstration confirmant

[1] Th. Tommasina. Nouveaux apports à la théorie de la lumière. Soc. Phys., 1er juillet 1909. *Archives*, IVe Période, t. XXVIII, Septembre 1909, p. 290-293, et *C. R. de l'Acad. des Sc. Paris*, 2me Sem. T. CXLIX, no 16, p. 627.

la précédente par quelques considérations que nous fournit la théorie électronique du champ gravitationnel électromagnétique.

Je suppose un point matériel P placé dans l'espace sidéral et sur la droite idéale qui unit le centre de notre soleil au centre du soleil plus rapproché au nôtre, l'étoile α du centaure. J'imagine un plan infini qui contient la droite, il divisera en deux parties égales les deux soleils ainsi que l'espace infini. On observera alors que le point matériel P ne sera immobilisé dans l'espace qu'à la condition que la résultante des pressions d'un côté du plan sur le point P soit exactement égale en force et direction avec celle du côté opposé. On peut considérer une telle égalité comme n'étant jamais atteinte, le point matériel P sera donc en mouvement de translation par effet de la résultante des innombrables pressions de radiation qui agissent sur lui. Quant à la vitesse de P, elle sera fonction de la valeur absolue de la pression de cette résultante. Or, nous nous demandons, cette vitesse pourra-t-elle être une constante? Certainement pas, puisque la résultante est une variable qui dépend du mouvement universel des astres. Modifions maintenant notre hypothèse pour la rapprocher davantage à la réalité de ce qui doit se passer dans le champ gravitationnel qui est le milieu électromagnétique des radiations. Supposons que notre point matériel soit le centre d'un électron et que le déplacement d'un tel centre ne puisse pas sortir de l'électron, celui-ci se trouvant renfermé et à contact avec d'autres électrons qui l'entourent et remplissent complètement l'espace sidéral. Dans ce cas, le point P ne pourra qu'osciller dans une sphère d'action dont le diamètre est celui de l'électron même. Il est évident que le centre de l'électron sera toujours en mouvement, s'il est soumit aux déformations que l'électron ne cesse jamais de recevoir de l'activité du milieu par l'action directe des autres électrons qui l'entourent et qui lui sont contigus, lesquels lui transmettent incessamment les pressions périodiques des radiations qui s'entrecroisent en chaque point de l'espace. Donc la vitesse de l'électron du champ radiant gravitionnel ne pourra pas, non plus, être une constante absolue.

Conclusion, ni la vitesse de la lumière, ni la constante de gravitation ne peuvent être des constantes absolues. Nous ne pouvons avoir que des constantes statistiques et toujours relatives aux conditions de temps et de lieu où se passent les phénomènes qui fournissent les chiffres de nos mesures.

Ces explications devraient être plus que suffisantes, mais, bien qu'elles soient claires et précises, on ne pourra les comprendre et conséquemment les estimer à leur juste valeur que lorsqu'on aura éliminé les forces attractives. Tant que l'on continuera à parler de planètes soumises à l'attraction du soleil, ou en général de corps qui s'attirent, on sera dans l'impossibilité de comprendre que les

forces physiques sont toutes cinétiques, parce que la dynamique des phénomènes réels n'est en dernière analyse qu'une cinématique de points matériels. Qu'on appelle le milieu sidéral, éther, milieu électromagnétique ou champ gravitationnel, toujours est-il nécessaire de le remplir de systèmes dynamo-cinétiques de points matériels, constituant des électrons, si l'on veut en comprendre l'activité et en rechercher les lois. Tout champ physique est un milieu où se passent des innombrables actions et réactions qui ne peuvent être réalisées que par des chocs entre points matériels, dont la vitesse rotationnelle et tourbillonnaire est le postulatum nécessaire et suffisant pour toute explication mécanique. Les travaux analytiques n'ont aucune valeur pour la physique, s'ils ne conservent pas une liaison parfaite avec l'explication mécanique, et s'ils ne prennent pas cette dernière comme base unique, comme seul point de départ. Nous approuvons la conclusion de M. Brillouin, que beaucoup de développements mathématiques d'une remarquable élégance montrent à nu leur peu d'utilité physique.

Séance du 6 mars

A. Brun. Sur la déshydratation des micas. — Th. Tommasina. A propos de la constatation expérimentale que vient de faire Sir J. J. Thomson de l'émission d'hélium par les électrodes dans les tubes à vide.

M. A. Brun fait une communication *sur la déshydratation des micas.*

Ses recherches sur les roches alumino alcalines l'ont amené à examiner comment les micas des granits et des pegmatites se comportent vis-à-vis de la chaleur et à étudier de quelle manière l'eau de ces minéraux est reliée au silicate.

En opérant dans le vide, à l'aide d'un appareil qui sera décrit plus tard, avec des poudres de micas divers, on remarque que la déshydratation est d'autant plus rapide que la poudre est plus fine.

Déjà à la température ordinaire il y a perte d'eau, faible, mais aisément appréciable.

A 100° elle devient déjà notable, que ce soit chez les micas blancs ou noirs, à 120° elle est active, à 240° elle est très vive.

A 360-400° elle est tumultueuse. Pour se dessécher les larges lames de $^1/_3$ à $^1/_4$ de millimètre d'épaisseur et de plusieurs centimètres carrés (25) de superficie, demandent 10 à 12 jours à une température de 510-540° [1].

[1] Les courbes, donnant la perte d'eau en fonction de la température, seront publiées ultérieurement.

En examinant de larges lames séchées à 510° pendant 10 jours, ou bien, rapidement chauffées à 850°, afin d'obtenir une déshydratation certaine et totale, on observe que le minéral est devenu cassant et a quelque peu perdu cette élasticité particulière bien connue des minéralogistes. Il est devenu opaque ; mais cette opacité n'est due qu'aux bulles de vapeur et d'air interposées entre les lamelles. Si par certains artifices de manipulation, l'on expulse les bulles, la lame reprend sa transparence et l'on peut constater que les propriétés optiques du minéral sont restées sans changement. L'angle 2 V, la biréfringence, la position et l'inclinaison de la bissectrice sont restés les mêmes.

Les quelques variations extrêmement faibles observées semblent plutôt dues au fait que, pendant la manipulation, les lames ont été un peu pliées [1]. Rarement il y a contraction, assez faible du reste, de l'angle 2 V.

La déshydratation rapide à $t = 850°$ rend la lamelle friable. En opérant la déshydratation extrêmement lentement (en plusieurs jours), l'on remarque que la perte d'eau a pour conséquence de donner aux feuilles de clivage du mica une souplesse particulière, qui leur permet de garder la forme qu'on leur donne mécaniquement : on peut rouler en tube une lamelle, elle reste ainsi ; puis étaler à nouveau ce tube, et constater que les propriétés optiques sont inaltérées. Il y a donc bien, par perte d'eau, une certaine modification du minéral, mais insuffisante pour altérer son « élasticité optique ». Seule l'élasticité de flexion mécanique est perdue.

Il faut donc admettre que l'eau des micas y est contenue, selon toute vraisemblance, à l'état de solution solide, et que ces minéraux se comportent comme l'anacime étudiée par G. Friedel, les zéolites étudiés par Tammann, et certaines amphiboles étudiées par Allen et Clément.

Ces expériences confirment ce que l'auteur a soutenu depuis longtemps : que l'eau contenue dans les granits est une eau d'origine secondaire.

M. Th. Tommasina. *A propos de la constatation expérimentale que vient de faire Sir J. J. Thomson de l'émission d'hélium par les électrodes dans les tubes à vide.* — Quarante-quatrième Note *sur la physique de la gravitation universelle.*

L'histoire de la science nous informe qu'il est arrivé quelquefois, très rarement c'est vrai, qu'une grande découverte, confirmée exac-

[1] De Senarmont avait déjà annoncé que des changements de température ne modifiaient pas l'écartement 2 V ; mais son mode opératoire ne permettait ni des écarts de température bien grands, ni la déshydratation des lames.

tement plus tard par l'expérience, a été faite par la seule puissance théorique, soit avec l'aide du calcul, comme dans le cas de Le Verrier et d'Adams pour la découverte de la planète Neptune, qui fut trouvée par le télescope là, où la théorie l'avait placée ; soit, en utilisant des données expérimentales multiples, par l'examen de leurs corrélations et de leurs semblances ou dissemblances, comme dans le cas de l'établissement des séries de corps élémentaires chimiques par Mendelejeff, qui indiquaient la place et les propriétés du germanium découvert quelques années après.

Ce sont les deux faits historiques que l'on cite toujours quand on veut exalter la valeur et les mérites de la science théorique. Nous y ajoutons le fait qui sert de base à notre théorie de la gravitation, le phénomène de la pression de la lumière constaté expérimentalement par Lebedef après bien des années qu'il avait été établi théoriquement et calculé par Maxwell et simultanément, à l'aide d'une autre méthode absolument indépendante, par le professeur Bartoli de l'Université de Pavie.

Nous sommes en présence, aujourd'hui, des résultats de multiples expériences exécutées par quatre savants anglais, trois chimistes et un physicien, qui donnent lieu à des interprétations très différentes, mais qui semblent ne laisser aucun doute sur la constatation de la production naturelle ou provoquée de l'hélium et même du néon et d'un nouveau gaz, que Sir J. J. Thomson indique par X_3 dont le poids atomique serait 3. Ces savants ont utilisé les dispositifs les plus appropriés pour rendre impossible toute sorte d'infiltration depuis l'extérieur de ces trois gaz, ils ont même, comme contrôle, entourées les ampoules par d'autres ampoules remplies de ces gaz, pour voir si les résultats en étaient modifiés ; aucune modification n'a eu lieu.

La question qui reste à discuter sérieusement est celle qui regarde l'admissibilité d'une occlusion préexistante dans les électrodes et non décelable d'aucune autre manière. Ce sera là le deuxième but de cette Note, dont le premier est de montrer que nous avions prévu ces faits en les déduisant de nos vues théoriques et que nous avions même décrit le dispositif à adopter et la méthode à suivre, qui se trouve être précisément celle utilisée aujourd'hui.

Nous avons été quelque temps dans le doute avant de décider que cette Note fit partie de notre série sur la gravitation. En effet, en en faisant une communication à part nous aurions pu citer *in extenso* la Note XVIII[1] au lieu de renvoyer simplement les lecteurs à la même ; mais la raison qui a eu le plus de poids pour

[1] Th. Tommasina. Sur la désagrégation atomique dans les tubes à vide. Soc. Phys., 18 mars 1909. *Archives*, mai 1909, pp. 530-533.

nous a été celle-ci : Ayant eu l'heureuse chance de voir exécuter par des savants, qui sont certes des plus compétents en ce champ de recherches, les expériences que nous avions proposées, pendant que notre série n'est pas encore clôturée, il est bon qu'une Note qui en fait partie enregistre la chose, car elle constitue une confirmation qui n'étant pas faite par nous n'en a que plus de valeur.

Maintenant, encore une observation. On dira : qu'est-ce qu'a bien affaire la production de l'hélium avec la gravitation ? La réponse est que, selon mes vues, la force gravitante, qui est une pression, n'agit pas seulement pour faire acquérir aux atomes le poids qui les caractérise, mais elle agit aussi pour les constituer et pour les conserver. Voilà pourquoi j'ai pu prévoir il y a quatre ans les faits actuels dans les termes que voici : « *On voit donc que l'hypothèse de la désagrégation atomique qui explique la formation naturelle des rayons des corps radioactifs, explique aussi la formation artificielle ou provoquée des rayons des tubes à vide où, sous une pression très réduite, les décharges électriques produiraient un déclanchement dans les atomes superficiels, donnant lieu à leur explosion, dont l'ébranlement du milieu serait la source des rayons γ. Aussi les conclusions sur la nature et sur l'identité d'origine des rayons des corps radioactifs et des rayons produits dans les tubes à vide, peuvent être résumées de la manière suivante :*

1° La radioactivité naturelle est un phénomène qui a lieu sur certains corps dont le poids atomique est le plus élevé, où, probablement à cause de cela, les pressions centrifuges des dynamiques électromagnétiques intraatomiques, en dépassant, dans les atomes superficiels, la résistance des champs électromagnétiques extérieurs, provoquent l'explosion de tous les atomes, au fur et à mesure qu'ils deviennent à leur tour superficiels. Cette action instantanée donne lieu au rayonnement de radioactivité et aux recombinaisons instables qui se succèdent, dites émanations, dont le résultat final stable, donc inactif, est l'hélium, quel que soit le corps radioactif duquel proviennent les émanations.

2° La radioactivité provoquée, probablement sur tous les corps, consiste en une désagrégation atomique se produisant dans les tubes à vide et sous l'action des décharges périodiques, où les mêmes explosions d'atomes ont lieu par une rupture d'équilibre, qui n'est pas due à l'exagération des pressions centrifuges intraatomiques, mais, au contraire, à l'affaiblissement artificiellement obtenu des pressions électromagnétiques extérieures ».

Et j'ajoutais : « *Or, ces conclusions admettent une vérification expérimentale, que l'on pourra exécuter de la manière*

suivante : On utilisera une ampoule de Röntgen munie d'un embranchement à robinet, de la forme des tubes de Geissler, à partie centrale capillaire, pour l'analyse spectrale. En faisant agir pendant un temps suffisant les décharges, on recevra dans l'embranchement et l'on condensera, si cela est nécessaire, par l'air liquide, l'émanation ainsi recueillie. On fermera le robinet et après quatre jours, à l'aide de l'analyse spectrale, on pourra constater la présence de l'hélium. »

Je ne pouvais être ni plus clair, ni plus précis. Sir William Ramsay vient de constater l'existence de l'hélium dans de vieux tubes à rayons X, et ses anciens élèves, le prof. Norman Collie et M. H. Patterson de l'Université de Leeds, indépendamment l'un de l'autre, après avoir fait agir la décharge électrique dans l'hydrogène, trouvèrent de l'hélium et du néon, ce dernier semble être le résultat de l'union de l'hélium (4) avec l'oxygène (16), le poids atomique du néon étant (20). Sir J. J. Thomson en utilisant une nouvelle méthode d'analyse par les rayons positifs, qu'il vient de créer et qu'il déclare plus sensible et plus précise que l'analyse spectrale, tout en trouvant aussi dans les tubes à vide après l'action des décharges périodiques, de l'hélium, du néon et un nouveau élément le X_3, montre que l'émission de ces gaz provient directement des électrodes. Ces gaz ont été obtenus avec diverses substances, telles que, du fer, du nickel, de l'oxyde de nickel, du zinc, du cuivre, plusieurs échantillons de plomb, du platine et deux météorites.

Or, ma Note concluait ainsi : « *Cette première production artificielle prévue de l'hélium, en partant de l'un quelconque des autres corps simples, introduit comme électrode et soumis à la désagrégation, sera la constatation expérimentale de l'unité de la matière* ».

Si maintenant nous examinons ces résultats, nous devons écarter la supposition qu'on ait là des gaz simplement occlus, à cause de la nature spéciale de ces gaz. Pourquoi ne trouve-t-on que ces trois gaz ? Ensuite le fait constaté par Sir J. J. Thomson que le X_3 semble ne pas exister dans l'atmosphère et qu'après, 3, 4, ou 5 jours les mêmes électrodes n'en fournissent plus, mérite d'être étudié davantage.

Au lieu de changer les deux électrodes à la fois, il faudrait en changer une seule. Puis dès qu'on sera fixé sur celle qui émet les gaz, quand l'émission cessera, il ne faudra pas changer l'électrode, mais seulement la laisser en repos pendant un temps assez long et vérifier après si elle recommence à émettre les gaz. En outre dans les cas de métaux comme le zinc, par exemple, au lieu de changer l'électrode on pourrait mettre à neuf sa surface en enlevant la couche superficielle, et voir si sous l'action de nouvelles décharges

l'émission a lieu de nouveau. L'expérience de Sir J. J. Thomson du plomb, chauffé dans un tube de quartz vide, qui réduit à un quart et soumis aux décharges donna du X_3 et de l'hélium, tandis que par la très forte chaleur n'avait rien donné, me semble très concluante. Une simple question de vitesse plus faible, comme le suggère Sir J. J. Thomson, pourrait très bien caractériser cette radioactivité provoquée, que les considérations théoriques de mon ancienne Note expliqueraient alors parfaitement. D'ailleurs ces récentes découvertes ouvrent un nouveau champ de recherches qui fournira d'autres faits nouveaux lesquels aideront le progrès de la Science.

Séance du 3 avril

B. P. G. Hochreutiner. Sur les organes inutiles, à propos d'un nouveau genre de Malvacées. — Th. Tommasina. M. Marcel Brillouin et le principe de relativité. Critiques superposées.

M. B. P. G. Hochreutiner : *Sur les organes inutiles, à propos d'un nouveau genre de Malvacées* [1].

Il s'agit du genre *Bakeridesia*, fondé sur une plante du Mexique. Cette plante fut nommée par Baker fils : *Abutilon Galeottii*. Elle est cependant tout à fait distincte des *Abutilon*, à cause de ses méricarpes entourés d'une aile de forme curieuse. Cette aile ne peut servir en rien à la dissémination étant donné le mode de déhicence des carpelles et le fait que ceux-ci renferment plusieurs graines. Cet organe semble donc inutile et M. H. rapproche ce phénomène de tout une série d'observations se rapportant au fruit de nombreuses *Malvacées*. Dans un grand nombre de cas, il est impossible de déceler une utilité quelconque pour les structures observées.

Si ces structures sont véritablement inutiles et échappent par conséquent à l'influence du milieu et de la sélection naturelle, il faut en conclure qu'elles doivent avoir une grande importance systématique et que, grâce à leur constance, il soit aisé de baser sur elles une classification bien organisée. Or c'est précisément ce qu'on peut observer chez les *Malvacées*, où les botanistes ont toujours basé leurs genres et leurs tribus sur les caractères du fruit.

[1] Hochr. Bakeridesia, un nouveau genre de Malvacées. *in Ann. Cons. et Jard. bot. Genève* XV/XVI p. 297-303, Genève 1913. Brochure 8° Kündig édit. Genève, Corraterie 11.

M. H. suppose donc qu'en présence de cette coïncidence il n'est pas invraisemblable de croire que les appendices des méricarpes du *Bakeridesia,* comme ceux de beaucoup d'autres genres, sont sans utilité biologique donnant prise à la sélection.

M. Th. Tommasina. — *M. Marcel Brillouin et le principe de relativité. Critiques superposées.* Quarante-cinquième Note *sur la physique de la gravitation universelle.*

Dans l'avant dernière Note de cette série j'avais cité quelques fragments du Mémoire de M. Marcel Brillouin « *Propos sceptiques au sujet du principe de relativité* » en ajoutant que je serais revenu sur cet important travail dans une Note que je lui aurais consacré exclusivement. La voici ; son but est de ramener au concret les concepts que les mathématiciens ont pris à la physique et qu'ils ont faussés en les rendant abstraits.

« La vitesse de propagation finie de l'énergie électromagnétique a, pour moi, dit M. Brillouin, comme conséquence inévitable, l'existence d'une substance remplissant les espaces interplanétaires, et dont les propriétés sont, en partie au moins, définies par les équations du champ électromagnétique. Suivant une comparaison banale mais toujours juste, l'existence de l'éther est aussi certaine pour nous que pouvait l'être celle de l'air avant l'invention de la de la machine pneumatique et des pompes de compression. Pour l'éther il nous manque la machine de compression ; beaucoup de physiciens pensent actuellement que ce simple énoncé est une absurdité. Pour moi je ne vois rien dans la physique moderne qui permette de conclure de notre impuissance actuelle à une impuissance de principe ; je continuerai donc à parler de l'éther ».

Certes, on ne pourrai qu'approuver cette déclaration si la dernière phrase n'était pas là pour en réduire de beaucoup la valeur. Je vais tâcher de convaincre l'auteur, qu'il doit la supprimer. En effet, après avoir parler de certitude, il a l'air de s'excuser, il reconnaît une impuissance, et cela après avoir défini l'éther comme étant la substance du champ électromagnétique interplanétaire. Mais voyons, où est-elle cette impuissance ? J'affirme que nous n'avons rien de mieux établi, physiquement et expérimentalement de l'impossibilité qu'un champ électromagnétique puisse être fait de rien, qu'il puisse exister sans substance matérielle dans un espace purement géométrique. C'est vrai que l'auteur avoue que *nous y sommes habitués en gravitation,* mais il se trompe en affirmant la chose en ces termes, car en gravitation on ne peut parler d'action à distance au travers du vide absolu, qu'à la condition de n'admettre aucun champ électromagnétique jouant un rôle quelconque dans la production de ce phénomène, qu'à la la condition de ne point s'occuper de sa physique et d'utiliser la

loi par l'application du calcul sans en rechercher le mécanisme caché qui en est la cause, et dont la loi n'est que la règle des effets tangibles.

L'invention de la machine pneumatique n'a rien ajouté à la certitude de l'existence de l'air, car le vent qui secoue les arbres et peut même les casser, les arracher et les transporter n'a jamais permis aux hommes d'avoir des doutes sur l'existence de l'air. De même, avant la découverte de la vitesse finie de propagation de la lumière, le seul principe d'inertie, toujours admis, aurait dû suffire, s'il avait été bien compris, pour montrer aux physiciens, la nécessité de l'existence d'un éther, non pas passif mais actif. Le mouvement uniforme absolu n'existe nulle part. Qu'est ce que signifie alors qu'un corps en mouvement ne peut modifier ni sa trajectoire ni sa vitesse sans l'intervention de forces extérieures, si non que, *si un corps est en mouvement c'est qu'il y a des forces extérieures qui le transportent* car, ne pas pouvoir modifier son propre mouvement signifie ne pas pouvoir en faire, donc être dans l'impossibilité de se déplacer de par soi-même. En effet, c'est bien là ce qu'on peut appeler inertie ! Donc, tout corps en mouvement est mu. Donc l'existence d'un milieu moteur est nécessaire et évidente. Tout système matériel limité est mu et, l'éther, c'est à dire le champ électromagnétique qui l'entoure, matériel aussi mais illimité, en est le moteur. Mais le fait essentiel dont il faut admettre la réalité est que l'éther étant le milieu universel, donc unique et illimité, n'est pas mobile en masse, mais seulement dans ses éléments, il déplace les corps par ses modifications internes sans être déplaçable en bloc. Ces modifications sont les pressions Maxwell-Bartoli des radiations qui s'entrecroisent partout et toujours dans l'univers. Ne reconnaissant point ce fait capital, voici comment M. Brillouin reconnait les incompatibilités qui en résultent : « Jettons maintenant un regard en arrière. Les physiciens du siècle dernier prenaient au sérieux leur éther non pesant (impondérable), ce qui rendait probable son homogénéité universelle, au moins approximative ; ils le regardaient néanmoins comme une substance capable de posséder et de transmettre de l'énergie, et ayant de l'inertie mécanique ordinaire. L'association de la rigidité à la parfaite perméabilité aux mouvements de la matière restait une énigme, ni plus ni moins que, dans la théorie de Lorentz, la perméabilité d'un éther, rigoureusement immobile, aux électrons et à la matière. Pour éluder cette invraisemblance, que nous proposent maintenant les novateurs ? d'adopter pour le champ électromagnétique — malgré la durée des transports d'énergie — le point de vue abstrait et purement algébrique *dont on se contente en gravitation faute de mieux;* puis, ayant ôté tout support matériel à l'énergie rayonnante, c'est

à elle même qu'ils sont conduits à attribuer les deux caractères principaux de la matérialité, à savoir l'inertie et la pesanteur! Qu'avons nous gagné au change? » Et il adresse à M. Einstein les lignes suivantes : « Mettre à l'origine de la théorie le nouveau principe de relativité, appuyé sur si peu d'observations, exclusivement électro-optiques, et l'étendre à tout le domaine de la philosophie naturelle, ce n'est pas faire de la physique mais de la métaphysique ». C'est que M. Brillouin venait d'écrire les observations que voici : « Einstein lui-même, avec sa déconcertante souplesse, abandonnait le principe de la constance universelle de la vitesse de la lumière dans le vide. Il modifiait en conséquence son énoncé du principe de relativité, le séparant de la transformation de Lorentz, qu'il regarde maintenant comme une première approximation d'une transformation beaucoup plus générale encore inconnue. Pourquoi ce changement de point de vue? A cause de l'impossibilité de soumettre la gravitation universelle à la théorie de la relativité sous sa première forme. Einstein essaie de construire une théorie, en partant d'une des notions paradoxales introduites comme conséquence de l'immobilité de l'éther, celle de l'inertie de l'énergie. Une quantité d'énergie E est supposée désormais douée d'une masse inerte $\frac{1}{2}\frac{E}{c^2}$, c étant la vitesse de la lumière. Qui n'a pas ajouté ironiquement : « pourquoi l'énergie ne serait pas pesante, maintenant? » C'est cette boutade paradoxale que développe Einstein *la masse d'une énergie E étant $\frac{1}{2}\frac{E}{c^2}$, son poids doit être $\frac{1}{2}g\frac{E}{c^2}$*, en un point où l'intensité de la pesanteur est g. Passant au voisinage du soleil, l'énergie lumineuse d'une étoile sera attirée, et la déviation résultante peut être calculée; elle approche, d'après Einstein, d'une seconde d'arc. Si l'on pouvait faire abstraction des déviations par réfraction due à l'atmosphère gazeuse du soleil, l'hypothèse de la pesanteur de l'énergie pourrait donc être contrôlée au moment des éclispes de soleil ». Je dois interrompre ici, ma citation, pour y introduire la remarque que M. Einstein oublie de tenir compte du fait, d'importance capitale, que la pression du rayonnement du soleil près de sa surface est maxima et qu'elle agit en sens contraire de la déviation qu'il a calculé. « Mais ce n'est pas tout ; continue M. Brillouin, le mouvement de cette énergie pesante ne peut plus être uniforme ; ce n'est plus avec une vitesse constante c que l'énergie se propage dans le vide au voisinage d'un corps pesant. Einstein *suppose* donc que la vitesse est variable et fonction du potentiel de gravitation, mais qu'elle reste isotrope; il s'efforce, à l'aide d'hypothèses plus ingénieuses qu'évidentes, de déterminer la loi de variation de la vitesse de la lumière en fonction du

potentiel de gravitation, et une loi correspondante de gravitation généralisée. Adoptant à la suite d'Einstein l'hypothèse de la pesanteur de l'énergie, Max Abraham aboutit par des voies également hypothétiques à des conclusions analogues mais non identiques. Ce changement de vitesse de propagation serait en outre accompagné d'un changement de fréquence de la lumière simple. Il est encore impossible de deviner quelle importance prendront ces tentatives ; s'il n'en restera que des discussions scolastiques destinées à l'oubli malgré leur extrême ingéniosité, ou si elles *forceront enfin la gravitation universelle à sortir de son magnifique isolement ; vœu, trop souvent déçu, de tous les physiciens qui rêvent la constitution d'une vaste synthèse scientifique comprenant, outre les actions électromagnétiques, la gravitation et les actions moléculaires et atomiques* ». C'est moi qui ai souligné ces dernières lignes. Je pense que M. Brillouin reconnaîtra facilement que, si l'on ne veut pas jouer sur les mots, énergie pesante ne peut signifier que l'énergie de ce qui pèse, car le rien ne peut pas être énergétique, donc si toute l'énergie est pesante, cela signifie que ce n'est que la matière en mouvement qui a de l'énergie, donc que toute énergie est cynétique et que l'énergie n'est que la propriété de la matière en mouvement. Pour sortir de la confusion actuelle et atteindre le but, dont on reconnait l'importance il n'y a qu'adopter ma théorie de la gravitation fonction exclusive des pressions Maxwell-Bartoli du rayonnement universel, rayonnement très complexe, qui contient des radiations ultra-pénétrantes, qu'aucun écran artificiel ne peut arrêter, lesquelles accompagnent l'éther partout jusque chez l'atome. Cette pression, cette activité pénétrant tous les corps, qui à cause de cela ne peut être modifiée, donc dévoilée individuellement, est celle qui fournit le potentiel de gravitation qu'Einstein vient de supposer, est celle qui constitue le champ gravitationnel de Max Abraham.

Séance du 17 avril

Th. Tommasina. Max Abraham et le champ gravitationnel.

M. Th. Tommasina. — *Max Abraham et le champ gravitationnel.* — Quarante-sixième Note *sur la physique de la gravitation universelle.*

Le savant physico-mathématicien allemand, M. Max Abraham, a communiqué, à la dernière réunion de la Société italienne pour

le progrès des Sciences [1], un Mémoire intitulé « *sur une nouvelle théorie de la gravitation* » complétant son travail précédent « *sur le champ gravitationnel* » qu'il avait présenté au Congrès international des Mathématiciens de Cambridge [2]. Le Mémoire de M. Max Abraham commence avec quelques affirmations que je cite textuellement : « La physique moderne n'admet point de forces qui se propagent avec une vitesse infinie, elle ne croit pas que la loi de Newton soit la vraie loi fondamentale de la gravitation, elle voudrait, au contraire, réduire cette loi des actions à distance à des équations différentielles, établissant pour la gravitation une vitesse finie ». A part le langage mathématique, on pourrait y reconnaître les mêmes idées pour le triomphe desquelles je combats depuis bien des années. On va voir, combien nos points de vue sont différemment placés. Après avoir examiné et discuté il y a une année les idées sur le même sujet de Walther Ritz, je vais en faire de même à propos de M. Max Abraham et d'autres savants, par une série de Notes.

Je commence par la constatation d'une différence d'interprétation que l'on pourrait facilement faire disparaître étant donnée la réciprocité des deux fonctions. D'après Abraham et Einstein la vitesse de la lumière doit dépendre du potentiel gravitationnel, tandis que d'après ma théorie c'est ce dernier qui dépend de la vitesse de la lumière ; celle-ci est variable parce qu'elle est soumise à la loi de Newton à cause de son mécanisme de propagation. La gravitation étant l'effet mécanique d'une telle propagation est soumise naturellement à la même loi, laquelle subsiste donc, contrairement à ce que M. Abraham a cru pouvoir affirmer dans la citation ci-dessus. Mais déjà dans un précédent Mémoire « *sur les ondes lumineuses et gravitationnelles* [3] » l'auteur avait écrit : « Le principe de relativité exclut toute vitesse de propagation plus grande que celle de la lumière et rend probable que la gravitation se propage avec la même vitesse. En prenant cette hypothèse comme point de départ, il en résulte la possibilité de deux théories de la gravitation, correspondant anx deux types d'ondes — *transversales* et *longitudinales* — dans un milieu isotrope ». Ici, encore, comme l'on voit, on parle d'un milieu isotrope, qui n'est donc pas le vide absolu, le pur espace géométrique, on parle d'ondes transversales et longitudinales et d'après le titre même on leur attribue la fonction gravitationnelle ; je me suis dit : Finale-

[1] *Nuovo Cimento.* Ann. LVIII. Série VI. Vol. IV. 2e Sem. Fasc. 12e, décembre 1912, p.p. 459-481.

[2] *Physik. Zeitschrift.* 1912, p. 793. Congrès de Cambridge, 1912.

[3] *Nuovo Cimento.* Id. id. Vol. III. 1er Sem. Fasc. 3e, mars 1912. p.p. 211-219.

ment voilà ma théorie de l'action gravitante ou gravitationnelle des forces Maxwell-Bartoli ou de la pression des radiations qui va triompher, et cela à l'aide des mathématiciens! Je m'étais donc trompé en croyant leur mentalité réfractaire à l'interprétation mécanique des phénomènes physiques. Non, je ne me suis pas trompé, je suis forcé de conserver encore la même opinion. Pourtant il y a là un rapprochement, du moment qu'ils viennent de reconnaître ce fait d'importance capitale, que le phénomène de la gravitation est lié intimement et inséparablement au phénomène de propagation de la lumière et de la chaleur rayonnante, fait qui les oblige à introduire dans les formules de l'un les équations de l'autre. C'est là du progrès, car le chemin qu'il leur reste encore à parcourir pour atteindre le but, les amènera forcément à celui que j'ai tracé. A présent Max Abraham est en dispute avec son collègue Einstein et les autres physico-mathématiciens, ne sont pas non plus d'accord entre eux. Ce n'est pas un mauvais signe, au contraire, les disputes et les discussions sont toujours favorables à un avancement plus rapide dans la recherche des vérités scientifiques. Il n'y a d'ailleurs qu'un empêchement unique, qui retient tous ces chercheurs riches de talent, de science et de bonne volonté, qui leur voile et cache le bon chemin et les désoriente, c'est le fantôme de l'attraction qui s'étale toujours devant leurs yeux et dont ils ne savent se débarrasser. Les mathématiciens ne semblent pas s'être aperçus que l'élimination de l'action à distance, par l'introduction de l'activité du milieu qui transmet la lumière, ne permet plus d'y supposer des attractions, car dès qu'un champ d'énergie est admis c'est à son activité mécanique seule qu'il faut attribuer la production du phénomène qu'on croit dû à l'attraction. Quiconque est capable de raisonner ne peut douter un instant que cela signifie simplement que là où l'on voyait des attractions il faut désormais y voir, au contraire, des pressions exercées précisément par le champ qu'on vient d'admettre.

Ne doit-on pas en conclure que la théorie de l'attraction universelle est devenue, par le seul fait de l'introduction du champ gravitationnel, une théorie de la pression universelle? La tension d'un champ n'est que la pression qu'il exerce sur les corps qu'il entoure, sur les corps qui s'y trouvent immergés. Or, M. Max Abraham dans sa théorie qui introduit le champ gravitationnel continue à s'occuper de corps attirants et de corps attirés sans sembler s'apercevoir de la contradiction manifeste avec l'introduction du rôle du champ.

Dès que les mathématiciens auront accepté cette correction, que la simple logique impose, et se seront ainsi débarrassés du préjugé métaphysique que le mystique Cote a fait accepter au vieux Newton, notion absurde conservée jusqu'ici comme une simplifi-

cation commode, ils cesseront de tourner dans un cercle, les ténèbres se dissiperont, le champ s'ouvrira devant leurs yeux et ils pourront y étaler d'une manière définitive leurs élégantes applications analytiques. Moins de commodité et plus de difficultés à vaincre ce n'est que davantage de plaisir, lorsqu'on a une vision claire de la voie à suivre. Les mathématiciens se convaincront alors du rôle gravitationnel exclusif des pressions Maxwell-Bartoli de toutes les radiations, car *la statique gravitationnelle relative et la dynamique gravitationnelle universelle sont les résultantes de deux activités dirigées en sens opposé, elles sont deux variables par rapport au temps et à l'espace, elles sont donc deux constantes relatives.*

Dans le champ électromagnétique gravitationnel, qui entoure chaque astre, il y a une propagation constante, continuelle et perpétuelle, d'une pression, convergente vers l'astre, qui vient des autres astres lumineux, mais il y a aussi simultanément une pression qui rayonne de l'astre même, donc divergente, se propageant et s'exerçant en sens opposé de la première. Deux astres lumineux, ou simplement plus chauds que le milieu ambiant, se comportent absolument comme deux corps électrisés de même signe, ils se repoussent par leur rayonnement individuel. Chaque astre ayant un champ propre à pression divergente, les deux activités énergétiques marchent en sens opposé l'une de l'autre et tendent donc à éloigner les deux masses radiantes. Mais, comme dans l'univers le rayonnement est continu, toutes les masses radiantes agissent les unes sur les autres, donc toutes sur chacune et chacune sur toutes. C'est le mécanisme qui produit la pression universelle de radiation qui constitue le champ gravitationnel, tel qu'il existe, tel qu'il agit partout et toujours, tel que je l'ai mis en évidence dès le début de cette série de Notes.

Cette nouvelle physique de la gravitation s'applique non seulement à ce qui se passe dans l'immensité, dans l'infiniment grand, mais encore à ce qui se passe dans l'infiniment petit. Les électrons, comme il a été dit, agissent entre eux de la même manière, à l'aide du même mécanisme, lequel a joué, en conditions spéciales, le premier rôle dans la formation des différents types d'atomes pondérables, et c'est lui encore qui empêche leur destruction, en conservant leur forme cinétique et, leurs propriétés caractéristiques individuelles qui sont la conséquence de cette dernière. Ce qui se passe entre les électrons constitue d'ailleurs en dernière analyse le mécanisme ultime de la nature physique des astres, des incommensurables systèmes de mondes de cet univers sans limite, que pourtant la pensée d'un être qui n'est qu'un grain de poussière, embrasse et comprend. L'homme peut comprendre l'univers illimité, parce que l'étendue de sa pensée est, elle aussi, incommensurable.

Séance du 8 mai

E. Penard. Observations sur un infusoire du genre Cothurnia. — Th. Tommasina. Sur le mouvement absolu, le repos apparent et la relativité des vitesses et des trajectoires.

E. Penard. *Observations sur un infusoire du genre Cothurnia.*

M. Penard donne une description sommaire de l'espèce et de son enveloppe caractéristique et fournit en outre des renseignements sur les phénomènes de division, sur l'activité du jeune individu pourvu d'une ceinture ciliée et sur la nouvelle enveloppe que se construit ce jeune individu. Ces observations feront l'objet d'un mémoire détaillé.

M. Th. Tommasina. *Sur le mouvement absolu, le repos apparent et la relativité des vitesses et des trajectoires.* — Quarante-septième Note *sur la physique de la gravitation universelle.*

Comme le principe de relativité, appliqué aux phénomènes optiques et à la vitesse de la lumière, a amené les mathématiciens à s'occuper de la physique de la gravitation, avec les défauts d'interprétation mis en évidence dans mes dernières Notes de cette série, et comme leur tendance actuelle est d'appliquer le même principe à toute la physique, je crois utile de présenter quelques considérations sur les caractéristiques expérimentales des états de repos et de mouvement et sur la relativité des valeurs de toutes nos mesures.

On appelle absolue une vérité qui est telle indépendamment de quoi que ce soit, partout et toujours, de façon que rien ne peut faire qu'elle ne soit pas. On doit envisager de la même manière le caractère absolu du mouvement. Un mouvement est absolu quand rien ne peut faire que pendant que nous le constatons il puisse ne pas être un mouvement. C'est le cas de tous les mouvements qui sont réels et non pas purement apparents. La physique est la science de l'étude des phénomènes qui peuvent être considérés comme des modes de mouvement. Or, tous les mouvements de la physique moléculaire sont certes absolus, de façon qu'on peut affirmer que tous les modes de mouvement qui sont censé produire un phénomène physique quelconque sont absolus parce que réels. En astronomie, au contraire, tous les mouvements que l'on observe et que l'on mesure ne sont pas les mouvements vrais, de façon qu'il faut imaginer et calculer ces derniers ; on les traite donc d'une manière abstraite, selon les lois de la mécanique,

autant au point de vue cinématique qu'au point de vue dynamique, pour établir des trajectoires et des vitesses ; conséquemment on leur attribue la relativité. On pose le problème des mouvements relatifs, appelant ainsi les mouvements qui se passent dans un système par rapport à un observateur placé dans un autre système fixe ou en mouvement. On ne s'occupe donc pas du phénomène physique particulier, du mouvement vrai tel qu'il est réalisé, car il est impossible de l'établir dans l'ordre de grandeur des séries astronomiques.

En dynamique théorique on a une loi des mouvements relatifs formulée ainsi : Quand un système de points matériels se meut dans l'espace d'un mouvement de translation, si une force agit sur l'un des points en particulier, *le mouvement relatif que la force imprime à ce point dans le système, est indépendant du mouvement général du système ; ce mouvement relatif est donc le même que si le système était en repos.* Cette loi devrait suffire pour montrer que les mouvements que nous constatons directement à l'aide de nos appareils sont bien réels et absolus du moment qu'ils ne sont pas influencés par le mouvement du système qui nous transporte dans l'espace. Pourtant, on admet, au contraire, qu'il nous est impossible de constater un mouvement absolu parce qu'il nous faudrait l'établir à l'aide d'un repère en repos absolu, lequel nous manque. Or, cette conclusion n'est pas légitime, car, pour considérer un repère comme fixe il suffit que son mouvement ne joue absolument aucun rôle sur le mouvement que l'on veut constater. Mais, de tels repères fixes, nous en avons autant que nous en voulons, d'après la loi même, des mouvements relatifs, que nous venons de citer. Nous nous occupons ici du phénomène physique, et non pas du mouvement abstrait, ce phénomène existe indépendamment de l'observateur, donc indépendamment aussi des mouvements de ce dernier ; le mouvement phénomène n'est donc jamais relatif. Tous les mouvements qui se passent dans ma montre sont des mouvements absolus, car, mes mouvements, ceux de la Terre et ceux du Soleil, ainsi que tous les mouvements que je peux faire subir à ma montre, ne changent en rien la nature et les caractéristiques des mouvements que les différentes parties de son mécanisme exécutent ; je ne puis donc pas leur attribuer de la relativité. Or, il en est ainsi des mouvements qui constituent le substratum vrai de tous les phénomènes physiques.

Si on ne pouvait constater le mouvement que par rapport à un autre mouvement il serait admissible de l'appeler relatif, comme en dynamique théorique, il faudrait d'ailleurs ajouter *à quoi* et non pas le qualifier de relatif tout court. Mais nous constatons et jugeons le mouvement par rapport à ce qui est en repos réel rela-

tivement à l'activité que nous pouvons ainsi constater et mesurer. Quand on mesure la chute de potentiel en fonction du temps d'un champ électrostatique à l'aide d'un électroscope à lunette micrométrique, la constatation et la mesure du mouvement lent des deux feuilles d'aluminium, dont l'écartement, de la tige isolée qui leur sert de support, diminue, n'est-elle pas la constatation d'un mouvement absolu ? Peut-on l'appeler un mouvement relatif ? relatif à quoi serait-il ? Certes, si du mouvement, en tant que mouvement, nous passons à considérer la valeur de sa mesure les choses changent. En effet la mesure d'un mouvement est toujours une mesure de vitesse, de façon qu'*on peut définir la vitesse comme étant la mesure du mouvement*. Or toute mesure n'est autre qu'un rapport numérique entre deux quantités, dont l'une est prise comme unité. Toute mesure est par là relative, donc nous ne pouvons établir ou connaître que des vitesses relatives, et il en est de même des trajectoires. Une vitesse absolue n'a aucun sens, de même qu'un mouvement non absolu. Voilà une conclusion logique et un langage correct. Il n'en est pas ainsi, quand on conclut, comme on le fait généralement, que tout mouvement d'un système est relatif parce qu'il faut le rapporter à un autre système, et qu'on ajoute qu'on ne peut pas constater d'une manière absolue le mouvement d'un corps. L'exemple que nous avons cité suffit pour démontrer que cette conclusion est erronée. On voit que, bien que nous ayons besoin d'un repère au repos pour constater un mouvement, et bien que le repos ne soit jamais absolu, le repère peut être tel que le mouvement qu'il possède en réalité ne joue aucun rôle et ne modifie en rien la certitude de la constatation qui est faite par son aide. Tel est le cas pour l'état de repos de la tige de l'électroscope qui sert de point fixe pour la mesure de l'écartement des feuilles ; personne ne peut douter de l'écartement réel de celles-ci.

On a cru pouvoir conclure du fait d'un repos relatif à celui correspondant d'un mouvement relatif. C'est un raisonnement faux. Etre en repos relatif, signifie n'être qu'en repos apparent, signifie reconnaître qu'en réalité on est déplacé, on est transporté avec le corps sur lequel on se trouve en repos. Si donc le corps qui nous porte est réellement en mouvement, notre déplacement avec lui, bien qu'en repos sur lui, est un mouvement absolu et non pas relatif.

Même le caractère d'apparence confirme notre distinction. En effet, il est évident que si le repos apparent est un vrai repos relatif, au contraire le mouvement purement apparent n'est qu'une simple illusion, qui ne peut certes prendre le qualificatif de mouvement relatif. Ainsi, par exemple, le mouvement apparent journalier du Soleil n'est ni absolu, ni relatif, puisqu'il n'existe pas,

tandis que la rotation de la Terre, qui est la cause de cette apparence, est un mouvement réel et absolu. Il ne faut donc pas parler de mouvements relatifs, mais de mouvements réels absolus ou de mouvements purements apparents, on ne doit attribuer la relativité qu'aux états de repos et aux vitesses, celles-ci étant les mesures du mouvement ne sont que des valeurs, donc, des rapports numériques. Or, le rapport est la constatation même de la relativité, mais cette relativité certaine n'est ni une découverte, ni une hypothèse moderne, elle est le principe logique qui sert de base à toute connaissance scientifique. Il y a là un axiome que l'on peut formuler ainsi : Tout mouvement vrai est absolu, tout repos n'est qu'apparent, toute vitesse est relative, car nous ne pourrons jamais connaître la vitesse vraie, absolue, d'aucun mouvement de translation, ni sa trajectoire vraie, absolue, qui est sa forme.

Séance du 5 juin

J. Carl. Sur une anomalie dans la segmentation de certains Diplopodes. — Th. Tommasina. Pierre Prevost et la théorie corpusculaire gravifique de Le Sage.

Dr J. Carl. *Sur une anomalie dans la segmentation de certains Diplopodes.*

L'auteur signale certains dédoublements unilatéraux de segments, qu'il a observés chez des Diplopodes exotiques appartenant aux genres *Epistreptus* Silv. et *Rhinocricus* Karsch. Le segment en question est simple et semblable à tous les autres sur un côté du corps, mais dilaté et dédoublé sur le côté opposé, le côté gauche, par exemple, où on distingue deux pores et deux sillons annulaires, séparant chacun un prozonite d'un métazonite; aux deux pattes du côté normal correspondent quatre sur le côté anormal du dit segment. Or, fait intéressant, le premier ou deuxième segment suivant présente une anomalie tout à fait semblable, mais intéressant le côté opposé à celle du segment antérieur, donc dans notre cas le côté droit du segment. Ainsi la première anomalie est compensée par la seconde, qui rétablit l'équilibre des deux côtés du corps, si bien que celui-ci apparaît à première vue symétrique et droit.

Il y a sans doute entre ces deux anomalies de même nature un rapport de cause à effet; l'une d'entre elles serait primaire et aurait amené l'autre, qui serait secondaire par rapport à elle. Pour s'en rendre compte, il suffit d'admettre qu'à la suite d'une cause externe, comme par exemple un traumatisme, la morsure d'un reptile ou un coup de bec d'un oiseau, un segment se soit fendu

sur un côté et que par un processus de régénération chaque moitié ait rétabli un segment complet sur le côté en question. Or l'intercalation d'un demi-segment sur un côté aura comme conséquence une brisure de l'axe longitudinal du corps et l'impossibilité pour l'animal de se diriger vers un point donné. Le Diplopode fera des efforts pour redresser l'axe de son corps, efforts qui produiront une tension longitudinale sur le côté opposé à l'anomalie primaire; cette tension s'exercera surtout sur les segments voisins du segment dédoublé et amènera à son tour le dédoublement unilatéral d'un de ces segments et l'apparition de deux nouvelles pattes. De cette façon, l'inconvénient qui résultait de l'anomalie primaire au point de vue de la locomotion (à cause de la brisure de l'axe du corps et du nombre inégal des pattes sur les deux côtés du corps) est supprimé par une action mécanique découlant de l'anomalie primaire même.

Voilà donc une explication purement mécanique d'un phénomène qu'une certaine école de biologistes aurait peut-être ramené à des forces mystérieuses de la nature vivante et rangé dans la catégorie des auto-régulations. Il est vrai que notre explication admet, comme prémisse, un pouvoir régénérateur assez développé chez ces Diplopodes, quoiqu'ils n'aient pas encore fait l'objet d'expériences à cet égard et quoique leur carapace, très dure à l'état adulte, semble être un obstacle à la régénération des segments. Mais il est fort probable que les phénomènes régénérateurs se produisent à l'époque des mues. On peut également admettre que les deux anomalies se produisent chez l'animal jeune à l'extrémité postérieure du corps, près de la zone de prolifération, et soient chassées vers l'avant en suite de l'intercalation de nouveaux segments. Dans les cas que j'ai eus sous les yeux, elles avaient en effet leur siège dans la moitié postérieure du corps.

M. Th. Tommasina. — *Pierre Prevost et la théorie corpusculaire gravifique de Le Sage.* — Quarante-huitième Note *sur la physique de la gravitation universelle.*

On va inaugurer aujourd'hui, en présence des délégués de plusieurs Académies d'Europe, le buste du physicien genevois Pierre Prevost, à l'Université, qui a succédé à l'ancienne Académie où il fut professeur de toutes les parties de la philosophie, comme il le déclare lui-même dans la préface de son ouvrage en deux volumes *Essais de philosophie ou Etude de l'esprit humain,* dont nous voulons reporter ici quelques lignes qui nous semblent aptes à mettre en évidence le caractère du savant et du philosophe, ainsi que l'esprit de son enseignement. Cette préface se termine ainsi : « Peut-être me permettra-t-on de dire que ce cours a été soumis à

l'épreuve de l'enseignement : que ce livre n'est point un simple projet, mais qu'il est destiné à servir de texte à des leçons réelles, qui se répètent chaque année et dans lesquelles je traite toutes les parties de la philosophie. Il y a plus de dix ans que je l'enseigne à Genève publiquement, plus de vingt ans que je l'ai professée ailleurs : toute ma vie j'en ai fait mon étude. On m'assure que ce mot a pris dans ces derniers temps une acception nouvelle. Personne ne peut empêcher qu'un signe ne change d'objet, qu'un son ne réveille une idée, qu'un mot enfin ne prenne un certain corps. Mais pour moi je déclare que je n'entends celui de philosophie que dans le sens que je lui ai donné dès ma jeunesse, et dont il me sera impossible de jamais me départir ; que j'y attache l'idée d'une science très respectable, fort utile, qui n'a en vue que la vérité et le bonheur des hommes ; et qu'en laissant chacun maître de parler comme il veut, j'espère aussi qu'on me permettra d'user de la même liberté et d'employer les mots tels que je les ai trouvés dans ma langue, à l'époque où j'ai appris à penser [1] ».

Dans une annotation, au bas de la page qui précède celle que je viens de citer, on lit : « *A la suite du second volume on trouvera trois mémoires de feu G.-L. Le Sage sur la méthode. Occupé de la revision et de la publication prochaine des manuscrits de ce philosophe, avec qui j'ai eu des précieuses liaisons d'amitié, j'ai cru pouvoir enrichir cet ouvrage de quelques-unes de ses pensées. C'est un emprunt que je lui fait pour que le public en jouisse : et lorsqu'il en sera temps je m'empresserai d'acquitter cette dette, en réunissant ces fragments aux autres ouvrages du même auteur* ». J'ai souligné cette dernière citation parce qu'elle montre l'amitié et la grande estime de Pierre Prevost pour l'inventeur de la théorie corpusculaire de la gravitation, ce qui est d'ailleurs confirmé par les soins avec lesquels Prevost a, non seulement, publié plusieurs manuscrits scientifiques de Le Sage, mais même une grande partie de sa correspondance avec des savants et philosophes tels que Euler, Lambert, Charles Bonnet, Bailly, Clairaut, La Condamine, d'Alembert et Boscowich ; la faisant précéder par une biographie très belle qui nous fait faire une connaissance intime avec le génial auteur de l'hypothèse des corpuscules ultramondains.

Prevost et Le Sage ont défendu pendant toute leur vie la théorie de l'émission de la lumière contre celle des ondulations. Le Sage devait forcément défendre l'émission parce qu'elle pouvait expliquer l'origine de ses corpuscules ultramondains, tandis que la théorie des ondulations la rendait par trop arbitraire, comme le

[1] Pierre Prevost, *Essais de philosophie ou Etude de l'esprit humain.* Imprimeur J.-J. Paschoud à Genève, An XIII, p. 24.

lui avait fait observer aussi, avec une rude franchise, Euler [1]. Pour Prevost cette défense était tout à fait naturelle puisqu'elle s'accordait avec l'hypothèse du fluide calorique qu'il n'a jamais voulu abandonner. En effet dans son ouvrage « Du calorique rayonnant », après avoir reconnu que « plusieurs grands physiciens pensent qu'il n'y a aucun fluide particulier auquel le mot calorique soit applicable et que la chaleur doit être produite par les mouvements intestins des molécules des corps [2] », il ajoute : « Je propose de concevoir le calorique comme un fluide particulier. Je représenterai le rayonnement de ce fluide comme une émission, et jamais comme une ondulation. Je crois cette conception et cette représentation plus conformes qu'aucune autre à la nature des choses, et fondées sur les principes les plus sains de la physique générale. Mais si ceux qui pensent autrement substituaient des ondes à une émission, ils réussiraient peut-être à adapter à leur opinion les explications que je donne des phénomènes de cette classe. Je ne souhaite pas qu'ils l'entreprennent, parce que je suis persuadé que ce serait traduire un langage clair et naturel en un langage obscur et artificiel [3] ».

Or aujourd'hui que la chaleur mode de mouvement est admis par tous, c'est le langage de Le Sage et de Prevost qui nous paraît abstrus précisément à cause de l'intervention continue de leurs fluides impondérables. Mais, étant donnée la clarté du langage de Prevost au point de vue littéraire, et la précision de son raisonnement philosophique d'une logique scrupuleuse et toujours correcte, on pourrait dire parfaite, nous pouvons établir le substratum mécanique de tous ses fluides à l'aide d'images modifiées d'après nos hypothèses actuelles. Prevost définit *le calorique « ce fluide discret participant de la nature des fluides élastiques* [4] » et dans une autre annotation quelques pages plus loin : « *...rien n'engage à attribuer la même construction et la même porosité aux particules des fluides secondaires, par exemple aux molécules lumineuses* ». Il nous faut observer que Prevost considérait comme fluide primaire unique le fluide gravifique de Le Sage [5], c'est-à-dire le milieu universel rempli des

[1] Pierre Prevost, *Notice de la vie et des écrits de G.-L. Le Sage de Genève.* Imprimeur J.-J. Paschoud à Genève, 1805, p. 384.

[2] Pierre Prevost, *Du calorique rayonnant.* Imprimeur J.-J. Paschoud à Paris et à Genève, 1809, p. 6.

[3] *Ibid.*, p. 8.

[4] *Deux Traités de Physique mécanique, publiés par Pierre Prevost comme simple éditeur du premier et comme auteur du second.* Genève, J.-J. Paschoud, imprimeur, 1818, p. 240 et p. 246.

[5] *Loc. cit.*, p. 224.

corpuscules perpétuellement agités par leur translation rapide en ligne droite et provenant de toutes les directions. Les chocs de ces corpuscules non élastiques font graviter les molécules ainsi que tous les corps que celles-ci constituent. Mais en plus des molécules des corps pondérables, il y a en outre celles des fluides impondérables, calorique et lumière, qui par rapport au fluide gravifique sont appelés fluides secondaires. Or, nous pouvons envisager les fluides impondérables comme des images cinétiques et énergitiques, qui ne seraient en réalité que des modifications mobiles d'un milieu unique, constitué par l'activité des corpuscules de Le Sage. Supposons dans un tel milieu un corps incandescent, ses molécules vibrent de façon à produire de la chaleur et de la lumière. Le fluide calorique est l'état du milieu en tant qu'il transmet des vibrations de l'ordre calorifique, si on considère comme des molécules particulières ces modifications vibratoires systématisées transmettant de proche en proche cet ordre de vibrations. Si au contraire une portion du fluide se déplace avec ses molécules on a le calorique rayonnant et l'équilibre mobile de Prevost, mais il faut ajouter et de Le Sage, car voici le texte exact de la conclusion avec laquelle Prevost termine son premier livre du *second Traité :* « *Quoi qu'il en soit, je m'en tiens à ces remarques, presque entièrement historiques, sur le sujet du calorique ; et l'on voit qu'elles ont essentiellement pour but d'établir que la théorie de l'équilibre mobile, et toute la constitution du calorique rayonnant, qui est la base de cette théorie, ne sont au fond que des corollaires de la théorie des fluides discrets de Le Sage, et par conséquent de sa théorie plus générale des corpuscules ultramondains*[1] ». Il ne faut pas oublier que le volume qui contient ces lignes, que j'ai soulignées, a paru après les autres ouvrages de Prevost, en 1818, quinze ans après la mort de Le Sage et treize ans après le volume *Notice de la vie et des écrits de Le Sage*. Il est donc juste de ne pas oublier le nom de Le Sage en ce jour où l'on glorifie celui de Pierre Prevost.

Je place les noms de Le Sage et de Prevost dans la liste des précurseurs de la théorie mécanique de la gravitation, donc de sa physique, c'est la raison de l'introduction de cette note dans ma série. Pour montrer combien Prevost désirait le triomphe de la théorie de Le Sage, je veux encore rapporter le dernier paragraphe de la Préface du volume que je viens de citer : « J'ai eu récemment occasion de rencontrer, dans un court séjour à Londres et à Paris, des physiciens éminents, dont les uns se sont prêtés de la manière la plus équitable, à ce genre de discussion ; et les autres, avec qui je n'ai pas eu occasion de l'entreprendre, ne m'ont pas

[1] *Ibid,* 2d Traité, livre I, p. 240.

laissé douter de leurs dispositions vraiment aimables et philosophiques à cet égard. C'est donc avec confiance que je soumets cet essai à leur jugement ; sûr que, s'ils daignent s'en occuper, il ne peut qu'en résulter pour moi une solide instruction. Qu'il me soit permis de nommer ici quelques-uns de ces physiciens dont je viens de louer les dispositions et de qui j'attends le jugement avec espérance. A Londres, le Dr Wollaston m'a prêté une oreille attentive. A Paris, j'ai été encouragé à publier cet ouvrage par MM. Laplace, Biot, Arago. Ce dernier, dont il me semble que les opinions se dirigent dans un sens opposé à celui de l'émission, et à qui je n'ai pas dissimulé mon attachement à ce système, non seulement m'a témoigné le désir de voir paraître l'écrit dont je lui faisais connaître le but, mais a été jusqu'à me faire parvenir les offres les plus obligeantes pour en favoriser l'impression. Je dois aussi des remerciements du même genre à MM. Fourier et Maurice, l'un et l'autre membres distingués de l'Académie des sciences [1] ». Prevost conclut en rappelant que les hommes les plus célèbres du siècle précédent, les Euler, les Lambert, les Boscowich, accordaient à Le Sage beaucoup d'estime et que J.-A. De Luc a rendu constamment hommage à son génie.

Séance du 3 juillet

Ed. Sarasin et Th. Tommasina. Constatation d'un phénomène semblable à l'*effet Volta* à l'aide de la radioactivité induite. — E. Brinner. Sur le rôle des atomes comme facteurs de la vitesse de réaction.

MM. Ed. Sarasin et Th. Tommasina. *Constatation d'un phénomène semblable à l'*effet Volta *à l'aide de la radioactivité induite.*

La théorie *du contact*, tant combattue au début, tant discutée toujours, se dresse encore, non vaincue, devant les physiciens d'aujourd'hui. Une foule de savants, on pourrait dire tous les physiciens, tellement la liste est longue, ont étudié le sujet à tous les points de vue, théoriques et expérimentaux ; on a découvert des faits nouveaux, mais on n'a pas avancé d'un pas vers la solution définitive de la question. De tous les essais pour démontrer que l'électricité de contact peut être expliquée par un état électrique spécifique des métaux, aucun n'a donné jusqu'ici un résultat établissant l'existence certaine de cet état et de son intervention exclusive dans le phénomène. La solution du problème s'est tou-

[1] *Deux Traités de Physique mécanique*, etc. Préface, p. XXXIX.

jours heurtée à une difficulté insurmontable, celle d'éliminer d'une manière absolue toute action chimique. En effet, comment éviter, dans un contact même instantané entre deux métaux, la présence et l'action chimique possible d'une couche gazeuse adhérente aux surfaces, avant et pendant le contact, surtout étant donnée la petitesse de l'effet mesurable. Même en opérant dans un gaz considéré comme inerte ou dans le vide pneumatique il y a toujours l'intervention possible des gaz occlus. Et nous laissons de côté une foule d'autres actions qui peuvent intervenir, surtout des actions thermiques, ou même de celles purement mécaniques.

Cependant on a aujourd'hui l'avantage de pouvoir utiliser les récentes découvertes, comme celle de la radioactivité, et les théories, auxquelles cette dernière ainsi que d'autres importantes constatations ont donné naissance. Or, ces vues nouvelles, qui aboutissent à une théorie électrique de la matière, modifient complétement les hypothèses précédentes sur la nature du phénomène chimique qui est considéré désormais en son essence comme physique parce qu'électrique. Alors, la question se trouve simplifiée; on pourrait croire qu'elle disparait, mais il n'en est pas ainsi, elle ne fait que changer d'aspect et d'étendue. L'aspect nouveau consiste dans le rôle que l'on doit attribuer au phénomène de la plus ou moins rapide, de la plus ou moins facile oxydation des surfaces métalliques, non pas à cause de l'action chimique qu'elle constitue, mais en tenant compte de sa fonction en tant que couche superficielle diélectrique.

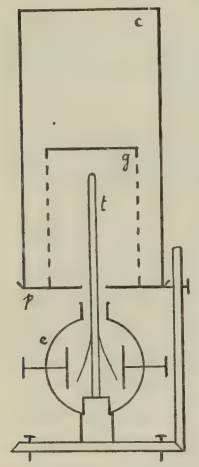

Fig. 1

Nos recherches nous ont amenés à reconnaître l'intervention d'un tel phénomène. Aussi nos résultats expérimentaux et nos explications ont donc pour but d'établir qu'avec le phénomène électrospécifique de l'état que nous appellerons de *facile oxydation*, intervient la nature plus ou moins diélectrique des couches superficielles oxydées. En nous réservant de donner plus de détails dans un Mémoire prochain, nous indiquons sommairement les dispositifs et les faits nouveaux que nous croyons utile de signaler dès à présent.

Si on place dans l'enceinte métallique *c* de l'appareil connu d'Elster et Geitel, pour l'étude de la radioactivité induite (Fig. 1), des cloches grilles *g* ou des cylindres métalliques creux et troués, en renfermant ainsi la capacité *t* de l'électromètre *e* dans une cage de Faraday reliée par le support métallique *p* à l'enceinte, et si l'on entoure l'intérieur de celle-ci avec une feuille métallique radioactivée, on constate les faits que voici:

1. Quand la cloche grille ou l'écran troué est du même métal que la feuille radioactivée on n'a qu'une seule courbe de la désactivation, si on donne successivement à l'électromètre des charges de l'un puis de l'autre signe (Fig. 2 et 3).

2. Quand la cloche grille et la feuille radioactivée ne sont pas du même métal, en alternant de la même manière les signes de la charge, on a toujours deux courbes de la désactivation, c'est-à-dire que la valeur de la vitesse de la décharge change selon le signe de la charge de l'électromètre.

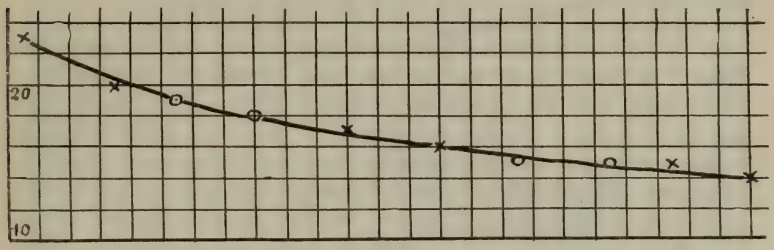

Fig. 2

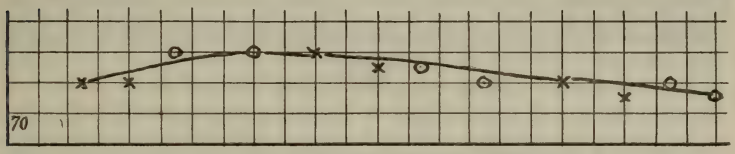

Fig. 3

a) Si la feuille radioactivée est en cuivre ou en laiton, et l'écran troué en zinc ou en aluminium, la dissipation des charges négatives se fait plus lentement, de façon que la courbe des décharges positives reste toujours plus élevée que celle des négatives pendant tout son parcours (Fig. 4).

b) Si la feuille radioactivée est en zinc ou en aluminium, et l'écran troué en cuivre ou en laiton, c'est, au contraire, la dissipation des charges positives qui se fait plus lentement, aussi c'est la courbe des décharges négatives qni reste toujours au dessus de l'autre (Fig. 5).

Nous avons en outre constaté que pour la production des *effets a* et *b* il suffit que l'écran et la feuille activée soient reliés par un mauvais conducteur quelconque entre eux ou avec le sol. La nature du métal de la tige *t* de l'électromètre ne semble jouer aucun rôle, en ne produisant aucune modification décelable.

Les diagrammes ci-dessus ont été obtenus en portant en ordon-

nées les chutes de potentiel en 2 minutes, que l'on mesure successivement en fractions de division de l'échelle micrométrique de l'électroscope, et en abscisses les temps, c'est-à-dire les minutes auxquelles les mesures ont été lues.

En rapprochant ces résultats des anciennes séries électrospécifiques des métaux établies d'après leurs expériences, par Volta,

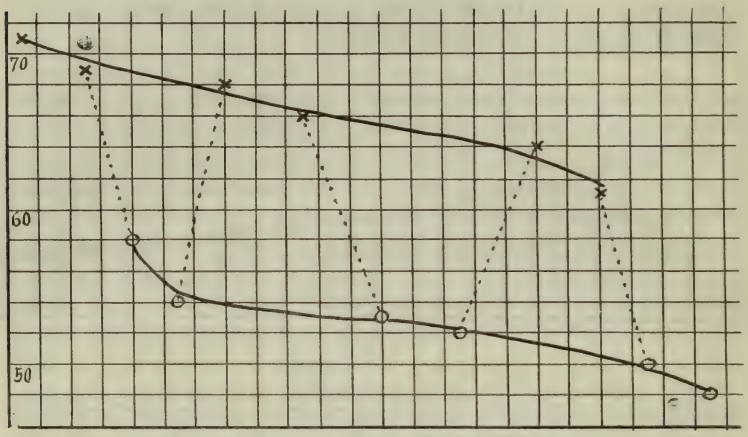

Fig. 4

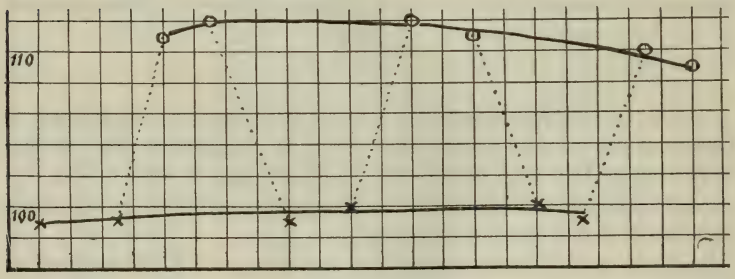

Fig. 5

Seebeck et Péclet, dans lesquelles le zinc se trouve à l'extrémité électropositive suivi par *Pb, Sn, Cd,* tous métaux à couche superficielle oxydable à l'air instantanément et plus ou moins profondément, tandis que le cuivre se trouve à l'autre extrémité, celle électronégative suivi par *Ag, Pt* et *Au,* presque point oxydables dans les mêmes conditions, on voit que notre phénomène se manifeste de la même manière que l'effet Volta. Or, dans nos précédentes expériences, faites pour étudier l'effet Elster et Geitel,

nous avions constaté un dédoublement analogue à notre effet *b*, actuel, avec la courbe négative plus élevée, lorsqu'on radioactivait un fil conducteur recouvert d'un vernis isolant, et que cet effet était d'autant plus marqué que la couche de vernis était plus épaisse. C'est cette constatation ancienne qui nous a fourni l'explication de l'actuelle. Dans l'état spécifique de *facile oxydation*, nous donnons une importance très grande sinon exclusive à la transformabilité de la couche conductrice superficielle en une couche diélectrique constituée par l'oxyde.

Entre les séries spécifiques de l'effet Volta il y a celle d'Auerbach qui, ayant étudié aussi l'aluminium, le place avant le zinc, ce fait est confirmé par les résultats de nos recherches actuelles. Or, l'aluminium est parmi tous les métaux celui dont la couche d'oxyde est la plus isolante et cette couche se reforme immédiatement dès qu'on l'enlève.

Dans nos expériences il faut un écran pour qu'il y ait dédoublement de la courbe de désactivation ; cela semble démontrer que la vitesse de déplacement des ions, et probablement aussi des électrons, joue un rôle dans le phénomène que nous avons étudié. Il faut donc que la couche superficielle modifie les vitesses et par son absorption aussi la quantité des ions et des électrons émis. Nous pensons que cette modification intervient également, autant lorsqu'un métal se trouve immergé dans un liquide, dans un gaz ou dans l'air ordinaire, ionisés par une action quelconque, que lorsqu'un champ électrostatique se produit par la simple mise en contact instantané de deux métaux isolés ; comme par exemple, le zinc et le cuivre.

Notre hypothèse explique pourquoi deux métaux qui se trouvent aux extrémités opposées de la série de Volta produisent un effet plus sensible que celui d'un quelconque des couples intermédiaires.

M. E. Briner. — *Sur le rôle des atomes comme facteurs de la vitesse de réaction.*

Une communication précédente [1] a montré la nécessité de tenir compte de la dissociation des molécules en atomes dans l'équilibre des systèmes homogènes gazeux aux températures élevées. Dans la progression des systèmes chimiques vers leur équilibre les atomes jouent également, comme étapes intermédiaires, un rôle important qui nous paraît commencer bien au-dessous des températures auxquelles leur concentration est appréciable et doit figurer dans l'équilibre. Pour concevoir le mécanisme qui donne

[1] *Arch. Sc. phys. et nat.*, t. 35, 1913, p. 82. Voir également *Comptes-Rendus de l'Acad. des Sc.*, t. 155, 1912, p. 1149.

naissance aux atomes à ces températures, il suffit de faire appel aux théories cinétiques et de remarquer qu'à chaque température l'énergie cinétique des molécules est une moyenne, de même que l'énergie cinétique des atomes dans les molécules. En d'autres termes, dans une masse gazeuse les molécules ont toutes espèces de température, dont la répartition autour de la moyenne peut être calculée par la relation de Maxwell. Les molécules plus chaudes subiront une dissociation correspondant à leur température [1], d'où successions continuelles de mises en liberté et de recombinaisons des atomes.

Pour fixer les idées, considérons une masse de vapeur d'iode à la température de 500°, on peut estimer à $^1/_{10}$ environ la proportion des molécules dont la température est supérieure à 1300° ; or, à 1300°, les $^2/_3$ des molécules d'iode sont dissociées en atomes. Attribuant alors à ces atomes un rôle essentiel dans les réactions, on écrira comme suit, par exemple, la réaction de formation de HI à partir des éléments : $J_2 \rightarrow 2J$, $H_2 \rightarrow 2H$, $H + J \rightarrow HJ$. Ce mécanisme paraît rationnel [2] car l'affinité de l'atome H pour l'atome I est bien plus grande que celle de la molécule H_2 pour la molécule I_2 (Chaleur de formation de HI à partir des atomes : 83Cal ; à partir des molécules : 1,5Cal) [3].

Comme première application, ces considérations peuvent fournir un point de départ théorique à la recherche d'une relation entre la température et la vitesse de réaction. Sur ce point les principes de la thermodynamique seuls ne peuvent rien nous apprendre ; ils n'envisagent en effet que l'état final, sans faire intervenir le mécanisme intime de la réaction. Or c'est ce mécanisme qu'il importe de spécifier pour apprécier l'effet produit sur la vitesse de réaction par un changement déterminé. Pour tenir compte du rôle joué par la concentration des atomes dans la réaction, il suffit de procéder comme l'on fait Arrhénius et Ostwald pour formuler l'activité chimique des ions dans les solutions : On admettra que l'aptitude à se dissocier en atomes des constituants d'un système gazeux est une caractéristique de la vitesse de réaction, ce qui

[1] L'énergie cinétique interne (mouvement des atomes) dont dépend aussi la dissociation (Pfaundler) est très difficile à soumettre au calcul (Boltzmann).

[2] *C. R.*, *loc. cit.*

[3] Il est à remarquer que ce mode de concevoir la formation des molécules des combinaisons lève l'objection que les énergétistes ont faites à la nature statistique de l'équilibre chimique qu'ils prétendaient inconciliable avec la formation de combinaisons endothermiques par élévation de température. Or, ainsi que nous l'avons montré précédemment, à partir des atomes toutes les molécules sont exothermiques.

conduit à prendre la constante d'équilibre, soit la constante de dissociation comme facteur mesurant également la vitesse.

Pour un composé ou un élément dont la molécule fournit 2 atomes par dissociation, la constante de dissociation est représentée par :

$$K = \frac{x^2}{(1-x)v}$$

(x coefficient de dissociation, v volume occupé par la molécule gr.). Faisant varier la température, la vitesse de réaction variera comme la concentration des atomes, soit comme la constante K, et les variations de cette dernière étant soumises à la formule de Van't Hoff, *on ramènera ainsi la résolution d'un problème de cinétique chimique à celle d'un problème d'équilibre.* Si Q est la chaleur de formation de la molécule à partir des atomes, les variations de la vitesse avec la température seront données par :

$$\frac{d\ln K}{dT} = \frac{Q}{RT^2}, \quad \ln K = -\frac{RT}{Q} + \text{const.},$$

Q ainsi que nous l'avons montré est une quantité essentiellement positive [1]. Ces deux expressions donnent une interprétation physique simple du fait que les constantes de vitesse sont, comme les constantes d'équilibre, des fonctions exponentielles de la température et que leur coefficient de température diminue avec l'élévation de celle-ci. Si ces formules indiquent bien le sens général du phénomène, nous ne croyons pas qu'elles puissent servir telles quelles à des calculs numériques exacts, car dans un système gazeux les réactions sont toujours de nature assez complexes à cause des influences perturbatrices exercées par les parois du récipient [2]. Néanmoins, aux températures très élevées, qui sont caractérisées par des actions perturbatrices relativement moins importantes, on pourra peut-être appliquer ces relations, plus ou moins complétées par des termes correctifs, au calcul de Q à partir du coefficient de température de la vitesse de réaction. Un calcul de ce genre [3], effectué en utilisant ces relations sans changement, nous a fourni des valeurs de la chaleur de formation de NO (à partir des atomes) comprises entre 250 et 300 Cal, qui n'ont rien d'invrai-

[1] *C. R., loc. cit.* Si Q, comme il est d'usage, désigne la chaleur de formation à partir des molécules, ces expressions perdent évidemment leur sens cinétique, Q pouvant être négatif.

[2] Briner, *J. Chim. phys.*, t. 10, 1912, p. 129.

[3] Nous avons fait usage des vitesses de décomposition dues à Jellinek. *Z. anorg. Chem.*, t. 49, 1906, p. 229.

semblable, étant donné les affinités énergiques des atomes d'azote.

Outre cette application, la prise en considération des atomes permet d'interprêter simplement tout un ensemble de faits. Tels sont l'activité des corps à l'état dit naissant; les phénomènes catalytiques provoqués par certains métaux formant avec les éléments gazeux[1] des combinaisons instables qui se détruisent en libérant des atomes ; le pouvoir catalytique des corps poreux, puisque, selon J. Duclaux,[3] ceux-ci réalisent localement[2] des températures et des pressions bien supérieures à la moyenne ; l'adsorption des gaz dans les métaux qui, d'après Sieverts[4] doit se faire à l'état d'atomes. Dans nos vues, ces derniers étant continuellement fournis par le mécanisme indiqué, il n'y a rien d'étonnant à ce que les échanges par adsorption entre les phases solide et gazeuse s'adressent sélectivement aux atomes plutôt qu'aux molécules non dissociées, ce qui explique du même coup l'activite chimique des parois métalliques.

Enfin, partant de ces considérations, un corps gazeux sera d'autant plus inerte chimiquement que, toutes choses égales, il fournira moins d'atomes ; son inertie dépendra, en d'autres termes, de la stabilité de sa molécule, soit de l'affinité des atomes les uns pour les autres. Cette interprétation cinétique de l'inertie nous paraît plus acceptable que celle qui consiste à l'attribuer à un frottement chimique mal défini. Elle permet en particulier de rendre compte de l'inertie remarquable de l'azote aux températures peu élevées : les molécules de ce gaz étant très stables ne donneront que peu d'atomes si les températures ne sont pas très élevées. A ce point de vue, cette inertie de l'azote ne peut être comparée à celle des gaz rares de l'atmosphère (hélium, néon, argon, etc.), pour lesquels c'est l'atome même qui est dénué d'affinité chimique.

Les considérations développées dans cette communication[5] et dans la précédente montrent qu'en s'inspirant du double point de

[1] Le platine pour les oxydations, le nickel et le palladium pour les réductions, et peut-être l'osmium et l'iridium dans la fixation de l'azote à l'état de NH_3 par le procédé de Haber et Le Rossignol.

[2] *C. R.*, t. 152, 1911, p. 1176 et t. 153, p. 1217.

[3] S'inspirant d'idées analogues, G. Baume. *Arch. Sc. phys. et nat.*, t. 33, 1912, p. 425, propose de considérer comme catalyseurs physiques ceux qui opèrent à la façon des agents physiques comme la pression et la température.

[4] Sieverts. *Ber.*, t. 46, 1913, p. 1238.

[5] Elles ont été déjà résumées dans une communication faite à l'Association des élèves des Lab. de Chim. tech. et théor. de l'Université de Genève. Voir Annuaire 1912 de cette association, p. 48.

vue cinétiste et énergiste, on arrive à une conception d'ensemble des phénomènes chimiques en système homogène gazeux, conception qui est d'accord avec les lois de la mécanique chimique et aussi, nous semble-t-il, avec notre sens chimique.

Séance du 2 octobre

J. Briquet. Sur la déhiscence des calices capsulaires chez les capparidacées.

J. Briquet. — *Sur la déhiscence des calices capsulaires chez les Capparidacées.*

L'auteur entend par calices capsulaires les calices à pièces concrescentes dont les lobes, dents ou pièces sont conniventes ou soudées au sommet de façon à former un corps fermé, creux, qui renferme les autres organes floraux. Pour mettre ceux-ci en liberté il faut forcément que les calices fermés présentent des phénomènes de déhiscence comparables à ceux des fruits capsulaires. Suivant que le calice se forme très tôt et s'ouvre à l'anthèse pour laisser éclore la corolle et les organes sexuels, ou qu'il se forme tard pour mettre à nu à la maturité le fruit, on distingue entre les calices capsulaires *précoces* et *tardifs*. Tous ceux que présente la famille des Capparidacées sont du type précoce. Ils se répartissent en trois groupes selon que la déhiscence est *folliculaire (Stübelia, Beloncita) légumineuse (Steriphoma* et *Morisonia) pyxidaire* ou *(Thylschium)*. Dans les deux premiers groupes le mécanisme de la déhiscence résulte d'un simple rétrécissement de la paroi calicinale dans le plan de déhiscence. Au contraire, chez les *Thylachium* il y a formation d'un méristème de déhiscence spécial. Nulle part il n'y a formation d'un périderme cicatriciel. Enfin, le calice présente, dans le genre *Thytachium*, le phénomène très curieux d'une double circoncision. L'auteur termine cette communication sur un sujet encore très peu connu en parlant des propriétés biologiques des calices capsulaires des Capparidacées.

Séance du 6 novembre

J. Briquet. Carpologie comparée et fénestration siliculaire des Thysanocarpes. — Ed. Sarasin et Th. Tommasina. Contribution à l'étude de l'*effet Volta* à l aide de l'émanation radioactive. — R. Chodat. Monographies d'algues en cultures pures.

J. Briquet. *Carpologie comparée et fénestration siliculaire des Thysanocarpes.* Note préliminaire.

Les *Thysanocarpus* sont des Crucifères annuelles du versant

pacifique des Etats-Unis, à silicules discoïdes rarement concavse, indétriscentes, uniséminées, à aile d'organisation variable, souvent pourvue de perforations. Les affinités de ce genre extrêmement curieux ont été interprétées diversement : les uns le rapprochent des *Clypeola* de l'ancien monde et le placent parmi les Isatidées (Bentham et Hooker) ou parmi les Alyssinées (Watson, v. Hayek), les autres l'éloignent des *Clypeola* et le placent parmi les Hespéridées-Capsellinées (Prantl).

Une monographie du genre *Clypeola,* actuellement en préparation, nous a obligé, pour tirer au clair ces questions d'affinités, à effectuer une étude carpologique détaillée des *Thysanocarpus.* Cette étude était d'autant plus nécessaire que la fénestration des silicules n'a jamais fait l'objet d'un examen approfondi. Prantl et M. v. Hayek admettent cependant que les perforations de la silicule sont dues au fait que l'aile se développe en crénaux marginaux qui se soudent incomplètement les uns avec les autres par les flancs. Nous avons étudié les trois groupes spécifiques polymorphes *T. curvipes* Hook., *T. laciniatus* Nutt. et *T. radians* Benth.; un quatrième groupe, celui du *T. conchuliferus* Greene a dû être provisoirement laissé de côté faute de matériaux.

La semence renfermée dans la silicule ne fait saillie que d'un seul côté, de sorte que le fruit est plan-convexe dans la partie occupée par la semence; on est ainsi amené à reconnaître dans la silicule vue de face les régions suivantes : Au centre, se trouve le *disque* (discus) plus ou moins épais et opaque; le disque est entouré par l'*aile* (ala) membraneuse et diaphane. A l'intérieur du disque, il convient de distinguer deux régions. La région centrale correspond à la partie de la cavité siliculaire effectivement occupée par la semence : elle fait saillie unilatéralement comme un verre de montre; c'est le *séminaire* (seminarium). Le séminaire est séparé de l'aile par l'*auréole* (aureola), correspondant à la portion du disque non occupée par la semence[1]. La caractéristique de la silicule des *Thysanocarpus* consiste dans la présence de

[1] Le *séminaire* correspond donc à ce que nous avions appelé disque, et l'*auréole* à ce que nous avions appelé rayon chez les Clypéoles. Voy. Briquet, *Carpologie comparée des Clypéoles* (*Actes soc. helv. sc. nat.* 95e sess., 1912, II p. 215-218). Nous abandonnons notre terminologie de 1912, parce que le terme de *disque* est employé depuis longtemps pour désigner la partie de la silicule cernée par l'aile et que l'expression de *rayon* a été appliquée dès l'origine chez les *Thysanocarpus* pour désigner les bras opaques qui traversent l'aile. Indépendamment du grave inconvénient qu'il y a toujours à modifier le sens primitif d'un terme, il est évident que l'expression de disque est extrêmement commode pour caractériser toute la région du séminaire et de son auréole.

rayons (radii) qui partent de l'auréole et traversent l'aile sans en atteindre le bord.

Le disque ne présente chez les trois espèces que des différences de second ordre, il est pourvu d'un réseau de nervures anastomosées, découpant des aréoles polygonales. C'est surtout l'aile qui offre selon les espèces des modifications fort intéressantes. Chez le *T. radiatus,* l'aile est aussi large que le disque; les rayons sont étroits, lancéolés, disposés comme les rayons d'une roue et s'arrêtent brusquement à quelque distance du bord de l'aile, laissant ainsi un champ marginal coloré en rose vif. Dans le groupe du *T. laciniatus,* l'aile est subentière, comme chez le *T. radiatus,* ou crénelée; les rayons se résolvent presque dès la base en une série de flammules divergeant en éventail, s'éteignant bien avant d'atteindre le bord de l'aile lequel est entier ou crénelé. Enfin, dans le groupe du *T. curvipes*, les rayons sont larges et courts et se résolvent en flammules à une grande distance du bord de l'aile, laquelle est régulièrement crénelée. Les champs qui séparent les rayons les uns des autres, ou dans lesquels s'étalent les flammules, sont membraneux. Imperforés chez le *T. radiatus,* rarement perforés chez le *T. laciniatus,* ils sont pourvus très fréquemment de *fenêtres elliptiques* dans le groupe du *T. curvipes.*

Quelques renseignements histologiques empruntés au *T. curvipes* orienteront sur les tissus qui constituent les diverses parties du péricarpe. L'épicarpe porte des poils tantôt abondants, tantôt rares, unicellulaires, simples et allongés; il est toujours stomatifère. Le mésocarpe se compose sous l'épicarpe d'un chlorenchyme microcytique, à éléments serrés, fort de 2-4 assises. Au-dessous se trouvent deux zones fibreuses. Dans l'externe les stéréides sont orientées parallèlement à l'épicarpe et au diamètre transversal du fruit. Dans l'interne les stéréides sont orientées à peu près parallèlement au grand axe du fruit. Ce croisement de fibres donne naturellement une très grande résistance à cette partie du péricarpe. L'endocarpe est formé d'éléments tabulaires, très allongés transversalement, à parois radiales minces, à parois internes et externes très épaisses. Le système libéro-ligneux, disposé ainsi qu'il a été dit en nervures anatomosées, circule dans la zone fibreuse extérieure. Dans les rayons, les fibres sont disposées perpendiculairement aux marges, et dans la région ou les rayons se résolvent en flammules, elles s'écartent les unes des autres en profondeur, déterminant la formation d'une véritable chambre aérifère.

Les champs interradiaux sont occupés entièrement entre les deux épidermes par un parenchyme épais d'une ou deux assises, à éléments polygonaux incolores serrés. Partout ce parenchyme est continu au début. Chez les formes à silicule imperforée, les éléments du parenchyme se divisent normalement en suivant le

développements de l'aile. Cependant les éléments situés au fond des golfes qui séparent les rayons ont une tendance à rester en arrière dans leur développement, par rapport à leurs voisins. Cette tendance est si marquée chez les individus à silicules perforées, et le retard finit par être si accentué, qu'il aboutit à une *déchirure en forme de fente,* située sur la bissectrice des champs interradiaires et au fond de ces derniers, à une grande distance de la marge de l'aile. Cette fente s'élargit et s'arrondit ensuite au fur et à mesure que les rayons s'allongent et s'écartent les uns des autres. Il n'y a pas ou très peu de destruction de tissus au cours de la fénestration.

A aucun moment et dans aucun cas il n'y a genèse d'ailettes isolées qui se souderaient ultérieurement par leurs bords latéraux extrêmes, comme l'ont admis Prantl et M. v. Hayek. *Le processus est exactement inverse,* et n'est pas sans présenter quelques analogies avec le mécanisme de la perforation des feuilles chez les Aracus-Monstéroïdées.

Les silicules des *Thysanocarpus* sont adaptées à la dissémination par le vent, l'aile jouant un rôle auxiliaire comme voilure. La fénestration *n'a pas de rôle biologique* et doit être envisagée comme un accident morphologique dont le caractère héréditaire n'a pas encore été vérifié expérimentalement.

Quant aux affinités, il n'y a aucun doute : elles ne sauraient être cherchées ailleurs qu'auprès du genre *Clypeola,* soit de son équivalent américain le genre *Athysanus.* On peut dire que les principales différences qui séparent les *Thysanocarpus* des *Clypeola* sont, pour l'appareil végétatif, l'absence de poils étoilés ; dans la fleur, l'absence d'appendices staminaux ; et, pour le fruit, une auréole poussant des rayons dans l'aile. Les trois genres *Clypeola, Athysanus* et *Thysanocarpus* sont d'incontestables Alyssées. On sait que M. de Hayek a distingué, au sein de cette tribu, une sous-tribu des Drabinées, distincte des Alyssinées par la structure du septum, et dans laquelle il place, entre autres, les trois genres *Clypeola, Athysanus* et *Thysanocarpus.* Or, dans ces trois groupes il n'y a pas de septum ! Plutôt que de supposer un caractère dans un organe absent, nous préférons grouper ces trois genres en une sous-tribu *Clypeolinae*[1], caractérisée en première ligne par les silicules uniloculaire, indéhiscentes, uniséminées et dépourvues de septum.

Ed. Sarasin et Th. Tommasina. — *Contribution à l'étude de l'*effet Volta *à l'aide de l'émanation radioactive.*

Depuis la présentation de notre Note à la dernière séance du

[1] *Clypeolinae* Briq. (= tribus *Clypeoleae* Coss.) subtribus *Alyssearum,* a *Drabinis* et *Alyssinis* differt silicula uniloculari, indéhiscente, uniseminali absentiaque septi.

3 juillet « *Constatation d'un phénomène semblable à l'*effet Volta *à l'aide la radioactivité induite* » nous avons poursuivi nos recherches et nous venons d'établir un fait qui nous semble apporter une nouvelle confirmation de l'existence réelle de cet état spécial électrique des métaux, qui d'après Volta doit être considéré comme un état électrospécifique constitutionnel.

Dans notre communication précédente nous avons montré à l'aide des diagrammes, obtenus avec nos mesures, comment se comportent par rapport au signe de la charge de l'électromètre les cloches métalliques radioactivées elles-mêmes, ou contenant une doublure faite d'une feuille métallique activée, la cloche constituant l'enceinte close dans laquelle est placée une grille ou un écran troué recouvrant la tige isolée de l'électromètre. Comme on l'a vu, l'effet Volta se manifeste très nettement dès que la surface activée et l'écran ne sont pas du même métal et que les deux métaux se trouvent aux plus extrêmes opposées de la série Volta. Nous venons de faire la constatation qu'il n'est pas nécessaire que l'enceinte ou la feuille métallique qu'on y introduit soit radioactivée, mais qu'il suffit qu'on ait versé dans l'enceinte de l'émanation gazeuse du radium, obtenue à part dans une autre cloche. Nous avons en outre reconnu que le métal de cette dernière ne joue aucun rôle dans le phénomène étudié. C'est le métal de la paroi interne de l'enceinte, qui renferme l'écran et le champ de l'électromètre, qui agit sur la décharge de ce dernier produite par l'émanation radioactive.

Cette action qui modifie la rapidité de la décharge avec une valeur qui change selon le signe de la charge que l'on donne à l'électromètre, ne modifie donc pas seulement l'intensité ou l'ionisation du champ, mais, comme nous l'avons déclaré déjà dans notre Note précédente, elle doit modifier la vitesse ou le nombre des ions positifs dans un cas, de celui des ions négatifs ou des électrons dans l'autre, ou peut-être les deux en sens contraire simultanément. Or, comme dans notre constatation actuelle nous n'avons plus de surface active par radioactivité induite, mais seulement de l'émanation transvasée, le phénomène en se produisant encore, bien que plus faiblement, on y voit la confirmation, que nous avons indiquée au début, de l'*existence nécessaire d'un état électrospécifique actif,* tel que le suppose la théorie de Volta.

Même le fait, que le métal de la cloche dans laquelle on produit l'émanation ne joue aucun rôle, peut-être envisagé comme une démonstration expérimentale que l'effet Volta ne modifie pas l'émanation pendant sa production, de façon qu'il ne doit certainement agir que sur la modification du champ due à l'émanation et dans le sens indiqué. L'action a lieu entre les deux surfaces de

métal différent, celle de la cloche et celle de l'écran troué, qui doivent, comme on sait, être reliées au sol ou l'une à l'autre.

Voilà pourquoi nous avons cru devoir faire suivre cette courte communication à la précédente en attendant que nous puissions élucider davantage le sujet par des observations ultérieures.

M. Chodat fait hommage à la Société de physique et d'histoire naturelle d'un volume intitulé *Monographies d'algues en cultures pures*. Cet ouvrage qui a paru dans les « Beiträge zur Kryptogamen Flora der Schweiz » est accompagné de 9 planches de photographies, en trois couleurs, représentant un certain nombre des algues expérimentées. Il y a aussi 204 figures dans le texte.

L'idée directrice de l'ouvrage est la suivante : isoler les algues par la méthode des cultures pures, de manière à posséder réellement des unités systématiques non équivoques. A l'espèce hypothétique des algologues classificateurs il oppose l'espèce positive. Comme ces plantes inférieures ont souvent une gamme de variation fluctuante énorme, l'observateur ne peut reconnaître dans la nature ce qui appartient à un cycle évolutif ; il est toujours exposé à commettre des erreurs graves. L'auteur montre par l'exemple des *Scenedesmus* et des *Chlorella* que tous les auteurs se sont trompés, en croyant pouvoir se fier à leur jugement. Seule la méthode de sélection permet de connaître les espèces positives. Il y a là une réforme urgente à accomplir en algologie et aussi en systématique générale ; il n'est plus permis désormais de parler d'adaptation et de variations sans avoir au préalable trié hors des mélanges qui sont dans les étangs les unités systématiques réelles. Malgré ses nombreuses études basées sur des cultures qui ont déjà été commencées en 1896, l'auteur n'a vu aucun cas de mutation. Une fois triées les algues conservent indéfiniment leur caractère tant individuel que social. L'apparence des cultures est tout aussi caractéristique de l'espèce que les signes morphologiques cellulaires.

M. Chodat montre ensuite le parti qu'on peut tirer des expériences faites avec ce matériel pur. Il cite en passant une étude faite à partir de hexoses et d'alcools polyatomiques de laquelle il résulte que pour certaines algues la morphologie culturale et cellulaire marchent de pair avec l'affinité stéreochimique des matières nutritives employées.

Dans une autre partie l'auteur s'est efforcé de séparer d'un même genre de lichens les gonidies spécifiques. Pour le moment, il semble que chaque lichen, chaque espèce de lichen puisse posséder une gonidie spécifique. Mais il faudra attendre des investigations plus étendues avant de pouvoir affirmer que mycète spécifique et algue spécifique sont liés en une symbiose obligatoire.

Quoiqu'il en soit le résultat est que le nombre des espèces de

gonidies est beaucoup plus grand qu'on ne le supposait jusqu'à présent.

Enfin le travail se termine par une étude critique de la systématique des algues et plus particulièrement par une critique du système de Wille.

Séance du 20 novembre

Amé Pictet. Nature chimique de la houille.
L. Duparc. Sur les sables noirs de Madagascar.

M. le prof. Amé Pictet rend compte de recherches qu'il a faites, d'abord avec M. Louis Ramseyer, puis avec M. Maurice Bouvier, dans le but de recueillir quelques données sur la *nature chimique de la houille.*

Dans la première série de ces recherches, on a épuisé par le benzine bouillant une houille grasse de Montrambert (Loire). Le dissolvant abandonne par distillation un résidu d'hydrocarbures liquides. Ceux-ci ne donnent aucune des réactions des hydrocarbures aromatiques; ils paraissent appartenir à la série hydro-aromatique. Par fractionnement dans le vide, les auteurs ont pu en retirer un composé bien défini, bouillant vers 245° et possèdant la formule brute $C_{13}H_{16}$. Sa constitution est établie par le fait que, lorsqu'on dirige ses vapeurs dans un tube chauffé au rouge vif, il se décompose en hydrogène et fluorène $C_{13}H_{10}$, et que, traité à froid par le brome, il se convertit en mono- et en di-bromofluorènes. Il constitue donc un *hexahydrure de fluorène.*

L'origine du fluorène du goudron se trouve ainsi expliquée. Ce composé ne prend point naissance, comme le voudrait la théorie de Berthelot, par un processus synthétique à partir de carbures plus simples, mais bien au contraire par déshydrogénation pyrogénée de son hexahydrure, lequel préexiste dans la houille. On peut dès lors supposer que les autres composés aromatiques du goudron ont une origine analogue; pour s'en assurer, il aurait fallu extraire successivement de la houille, par des dissolvants appropriés, d'autres constituants et les soumettre les uns après les autres à la décomposition pyrogénée; travail long et aléatoire, auquel M. Pictet a renoncé, préférant utiliser une autre méthode, qui pouvait conduire plus facilement au même but et qui consistait à soumettre le charbon à la *distillation à basse température et sous pression très réduite.*

Dans la seconde série d'expériences, qu'il a effectuées en collaboration avec M. M. Bouvier, la même houille de Montrambert a

été chauffée graduellement, jusqu'à la température de 450°, dans une cornue en fer où était maintenu un vide de 15 à 18^{mm}. Il distille dans ces conditions un mélange d'*eau* (1,5 % du poids de la houille) et de *goudron* (4 %) et il reste un *coke*, beaucoup plus poreux et plus facilement combustible que le coke ordinaire.

L'eau est *acide* au tournesol et ne contient pas d'ammoniaque. Quant au goudron, il est fort différent du goudron de houille ordinaire. Il est plus léger que l'eau et possède l'odeur du pétrole. Il ne renferme ni phénols, ni hydrocarbures aromatiques. Il paraît formé principalement d'hydrocarbures de la série *hydro-aromatique*, mélangés à une assez forte proportion de substances basiques, parmi lesquelles les bases secondaires semblent prédominer. On peut aussi, par un traitement au sodium, en retirer une petite quantité de composés oxygénés, qui présentent des caractères d'*alcools*.

Prenant naissance, à partir de la houille, à une température relativement basse, ce *goudron du vide* pouvait être regardé comme un produit intermédiaire dans la formation du goudron ordinaire. Afin de vérifier cette supposition, les auteurs en ont distillé une certaine quantité à travers un tube de fer rempli de fragments de coke et chauffé au rouge vif, se plaçant ainsi dans des conditions aussi semblables que possible à celles qui règnent dans les cornues à gaz. Ils ont obtenu, comme produits de cette seconde distillation :

1. Une grande quantité de gaz, formés principalement d'hydrogène et de méthane, avec un peu d'éthylène, mais point d'acétylène.

2. Des eaux fortement chargées d'ammoniaque.

3. Un goudron très analogue au goudron ordinaire et contenant comme lui des phénols, des bases pyridiques tertiaires et des *hydrocarbures aromatiques* (benzène, naphtaline, anthracène).

Cette expérience prouve que le gaz d'éclairage, l'ammoniaque, les phénols et les hydrocarbures du goudron ordinaire (ou du moins la plus grande partie de ces corps) ne sont point des produits immédiats de la décomposition pyrogénée de la houille, mais que cette décomposition a lieu en deux phases successives, se passant à des températures différentes. Vers 500° environ, la houille laisse dégager des composés volatils très hydrogénés, que l'on peut recueillir si l'on opère sous une pression très réduite, et dont le mélange constitue le goudron du vide. Ce n'est qu'à une température beaucoup plus élevée que, dans les conditions ordinaires, ces composés subissent une seconde décomposition, qui donne naissance aux produits habituels de la distillation à la pression atmosphérique. Cette explication est, on le voit, en con-

tradiction avec l'hypothèse de Berthelot et de Richard Meyer sur le mécanisme de la formation des hydrocarbures du goudron.

Mais le goudron du vide présente encore de l'intérêt à un autre point de vue, celui de sa grande ressemblance avec le *pétrole*. MM. Pictet et Bouvier en ont retiré, par un traitement à l'acide sulfurique concentré, tous les *hydrocarbures saturés*, et ils ont soumis ceux-ci à une série de distillations fractionnées. Ils ont examiné spécialement deux des fractions, qui leur ont paru être parmi les plus importantes et présenter les caractères d'homogénéité voulus. Ils en ont fixé comme suit la composition et les principales constantes physiques :

Fraction	*Formule*	*Densité*	*Indice de réfraction*
172-174°	$C_{10}H_{20}$	0,7765 à 23°	1,4196
189-191°	$C_{11}H_{22}$	0,7838 à 22°	1,4234

Ces deux hydrocarburcs, étant saturés, ne peuvent avoir qu'une structure cyclique et être, en conséquence, que chimiquement très voisins des *naphtènes* qui constituent certains pétroles. Ils ne sont cependant pas identiques au décanaphtène et à l'endécanaphtène du pétrole de Bakou. En revanche, si on compare leurs propriétés à celles des fractions correspondantes du pétrole du Canada, étudiées par M. Mabery, on trouve une concordance si complète, qu'on est en droit d'en conclure à l'identité.

Fraction	*Formule*	*Densité*	*Indice de réfraction*
173-174°	$C_{10}H_{20}$	0,7770 à 20°	1,4149
189-191°	$C_{11}H_{22}$	0,7832 à 20°	1,4231

On se trouve donc en présence de ce fait remarquable et inattendu, que la distillation de certaines houilles à basse température donne naissance à des substances qui font en même temps partie intégrante de certains pétroles. C'est la première fois que l'on constate expérimentalement une relation chimique de ce genre entre ces deux importants produits naturels. En peut-on tirer quelque conséquence sur leur origine respective ? C'est là une question qui ne pourrait se poser que si de nouvelles expériences venaient confirmer la relation observée aujourd'hui, laquelle pourrait, à tout prendre, n'être que fortuite.

L'hydrocarbure $C_{10}H_{20}$ du goudron du vide fournit, par l'action du brome et de l'acide nitrique, les dérivés dibromé et dinitré du *durène* (tétraméthylbenzène 1, 2, 4, 5). Il constitue donc l'hexahydrure de cet hydrocarbure; c'est sans doute lui qui engendre, par déshydrogénation pyrogénée, le durène du goudron. Quant à

l'hydrocarbure $C_{11}H_{22}$, c'est très probablement l'*hexahydrure du pentaméthylbenzène.*

M. le Prof. Duparc. — *Sur les sables noirs de Madagascar.*

M. le professeur Duparc communique à la société les résultats de recherches qu'il poursuit sur les sables noirs de Madagascar. Ces derniers sont le résidu de lavage de latérite aurifère provenant de la décomposition de micaschistes et de roches cristallines injectées par des filons de Greisen et de pegmatites. Ces sables noirs sont formés de deux éléments distincts, à savoir d'oligiste très fortement magnétique et de magnétite en octaèdres émoussés, qui l'est beaucoup moins. Dans ces sables noirs on trouve de l'or excessivement fin en quantité très variable, puis du platine invisible, mais qui, à ce que l'on disait, n'était susceptible d'être mis en évidence que par des essais. Etant donné le caractère extraordinaire d'un gisement de cette nature, M. Duparc a refait tous ces essais, en s'entourant des précautions nécessaires, sur des sables où on avait, en d'autres endroits, constaté la présence de platine en teneur assez élevée. Plusieurs de ces essais n'ont rien donné; d'autres ont donné des teneurs en or allant de quelques grammes à 20 grammes à la tonne, mais dans aucun cas il n'a été trouvé des traces de platine. Des analyses de contrôle ont été faites en intercalant des quantités déterminées de platine dans les mêmes sables noirs. Chaque fois ce platine a été intégralement retrouvé. Ces recherches se continuent actuellement et feront l'objet de communications ultérieures; mais d'ores et déjà il est à peu près certain que l'existence de platine dans ces sables ne sera pas confirmée, ce qui est d'accord avec les prévisions théoriques.

Séance du 4 décembre

Albert Brun. La région volcanique de Olot, province de Gerona.
Emile Yung. Distribution verticale du plankton dans le lac de Genève.

M. Albert Brun fait une communication *sur la région volcanique de Olot, province de Gerona.*

Il a pu examiner facilement cette région, grâce aux excellentes cartes publiées par MM. S. Calderon, M. Cazurrio et L. Fernandez Navarro (Mémoires de la Société royale espagnole d'Histoire naturelle, 1907).

Les centres éruptifs d'Olot, San Feliu et Granollers, sont très importants au point de vue de la genèse des volcans. En effet,

ceux-ci ont possédé peu de gaz dans leurs magmas basaltiques et les cônes de lapillis sont faibles. Il en résulte que partout, il est facile d'examiner le substratum tertiaire des cônes volcaniques.

Ces cônes sont très meubles : ils sont formés pour la plupart par de petits lapillis incohérents, fixés par la végétation ; rarement par de grosses brèches. Pour certains, cet état de conservation est tel, et le peu de résistance si accentué que, en se basant sur ces deux critères, l'on peut se dire qu'une érosion prolongée n'a pas agi sur eux. Ils sont donc très récents. Leur âge a du reste été fixé aussi bien que possible par les auteurs précités.

Les cheminées volcaniques percent en général le tertiaire éocène dans une région dont la tectonique est assez compliquée.

En cherchant à se rendre compte comment ces cheminées volcaniques ont pu percer des couches tertiaires sans que celles-ci aient l'apparence d'avoir été bouleversées par une cause autre que celle qui les a mises en place, l'auteur suppose que certains plis brusques, ou plans de failles superficiels, peuvent présenter un point de fusion plus bas que celui des couches immédiatement voisines ; ceci gcàce au mélange de roches hétérogènes dans le pli ou la faille. Il pourrait se former dans les régions les plus superficielles une cheminée par fusion. L'auteur pense que la région d'Olot peut se prêter à la vérification de cette hypothèse.

M. le professeur Emile Yung communique les résultats des recherches faites à bord de l'*Edouard Claparède* sur la *Distribution verticale du plankton dans le lac de Genève.*

Elles ont porté sur deux points dont l'un, situé à peu près au milieu de la *fosse de Chevran,* sur un fond de 70 mètres entre Anières et Hermance ; et l'autre, à 4 kilomètres de Lutry, le long d'une ligne allant de cette localité à Evian, au-dessus de la *grande fosse* profonde de 305 mètres. L'engin de pêche est un filet modèle Apstein moyen, de 20 cm. de diamètre à son ouverture et pouvant être hermétiquement fermé par un couvercle métallique se déclanchant à la profondeur voulue au moyen d'un messager. Ce filet, construit par Zwickert, de Kiel, servit d'abord à des pêches de contrôle démontrant qu'il ne prend rien à la descente et que rien n'y pénètre au retour après qu'il a été fermé ; il remplit donc les conditions nécessaires à la détermination des limites des zones habitées par les organismes planktoniques.

Les pêches ont été faites à raison d'une ou deux par mois, durant deux années, de novembre 1911 à novembre 1913 inclusivement, et les récoltes furent fixées au formol et dosées par le procédé précédemment décrit par M. Yung ; le recensement des plus importantes a été effectué par M. le Dr Gandolfi-Hornyold, selon la méthode de Hensen.

Sur le fond de 70 mètres, le plankton est réparti abondamment pendant toute l'année dans l'épaisseur entière de l'eau. Sa quantité totale atteint son maximum en mai-juin, son minimum en décembre-janvier. Pendant les mois d'été, sa qualité examinée sur des pêches étagées de 10 en 10 mètres, présente *de jour* une très grande irrégularité. Néanmoins, M. Yung y reconnaît trois grandes zones.

A. Une *zone profonde* comprise entre le fond et 50 à 40 mètres, dans laquelle prédominent les Copépodes.

B. Une *zone moyenne* comprise entre 50-40 mètres et 30-20 mètres, dans laquelle prédominent les Cladocères (à l'exception de *Scapholeberis*).

C. Une *zone superficielle* comprise entre 20 mètres et la surface, dans laquelle prédominent les Rotateurs et les Flagellés (avec, dans la couche tout à fait supérieure, *Scapholeberis*).

Sur le fond de 305 mètres, le plankton est toujours présent en quantité dosable, jusqu'à 150 mètres de la surface. A partir de cette profondeur, il diminue au point que le filet ne prend plus, quelle que soit l'épaisseur de l'eau explorée, que des quantités insuffisantes de plankton pour permettre de l'apprécier par la méthode de cubage adoptée. Cependant, le filet ne revient jamais absolument vide, mais son contenu est représenté par quelques unités dont le nombre, d'ailleurs variable, ne présente de régularité dans ses variations qu'au voisinage du fond. Voici les zones établies par M. Yung sur l'examen de pêches étagées de 50 en 50 mètres, à l'exception de la première.

I. *Zone de fond,* de 300 à 290 mètres. Cette zone qui confine au fond et s'élève à quelques mètres au-dessus, se montre toujours plus peuplée que les couches qui lui sont superposées. On y trouve des pontes de Mollusques, des Diatomées, rarement *Niphargus Foreli* qui appartient à la faune profonde, rarement *Bythotrepher longimanus,* rarement *Sida limnetica,* très fréquemment *Cyclops abyssorum,* et toujours des débris d'organismes tombés des zones supérieures.

II. *Zone abyssale,* de 300 à 250 mètres où se trouvent, en nombre relativement faible, des Copépodes : *Cyclops abyssorum ; C. leuckarti ; C. strenus ; Diaptomus laciniatus ; D. gracilis.* Durant les mois d'hiver, d'octobre à mars, ces Copépodes sont plus fréquents et plus nombreux que pendant l'été. Tout à fait exceptionnellement on rapporte des Cladocères vivants de cette zone.

III. *Zone intermédiaire,* de 250 à 150 mètres. Zone remarquablement pauvre durant toute l'année, surtout dans sa portion moyenne. On n'y rencontre vivants que de rares exemplaires des *Cyclops* et *Diaptomus* des espèces énumérées ci-dessus, et de très

rares Cladocères : *Sida limnetica, Bythotrephes longimanus,* qui n'y sont vraisemblablement qu'en passage.

IV. *Zone des Copépodes,* de 150 à 100 mètres, caractérisée par la présence constante et la prédominance des *Cyclops* et *Diaptomus,* dont le nombre varie selon les saisons et l'état du ciel. Aux Copépodes sont toujours mêlés des Cladocères en nombre relativement faible à l'exception de *Sida limnetica* dont, en automne, cette zone devient l'habitat préféré.

V. *Zone des Cladocères,* de 100 à 50 mètres, caractérisée par la prédominance des grands Cladocères (*Sida limnetica, Bythotrephes longimanus* et *Leptodora hyalina*) auxquels sont mêlés, en nombre très variable selon les saisons, *Daphnia hyalina* et *Bosmina Coregoni* et les divers *Cyclops* et *Diaptomus.* Les Rotateurs, souvent présents, y sont plus rares en individus et en espèces que dans la zone suivante.

VI. *Zone des Rotateurs,* de 50 à 0 mètres, caractérisée par l'abondance des Rotateurs, des Flagellés et, dans ses couches superficielles, des organismes végétaux. Les Copépodes et les Cladocères sont aussi régulièrement présents dans cette zone, mais leur répartition y est exposée à de très grandes variations.

Il va sans dire qu'aucune de ces zones n'est strictement délimitée et que les organismes passent de l'une à l'autre, selon les circonstances, en nombre plus ou moins considérable, principalement dans les trois zones supérieures.

Les variations de la répartiton verticale des principales espèces du Zooplankton, feront l'objet d'une communication ultérieure.

En résumé, les recherches de M. Yung, permettent de conclure :

1° Que dans le petit lac (jusqu'à 70 mètres de profondeur), les eaux sont constamment habitées sur toute leur épaisseur par une quantité relativement abondante (quoique variable selon les saisons) de zooplankton.

2° Que dans le grand lac (jusqu'à 300 mètres de profondeur), il n'y a aucune zone absolument déserte, mais que le plankton qui peuple ses eaux y est très inégalement réparti. Il est pendant toute l'année plus ou moins abondant jusqu'à 150 mètres et très rare de 150 à 300 mètres. La zone dans laquelle il se tient principalement s'étend de 10 à 100 mètres.

Séance du 18 décembre

Emile Yung. Deux cas tératologiques.— J. Briquet. Carpologie des Plychotis. J. Carl. Nouveaux éléments américains dans la faune de Madagascar.

M. le Prof. Emile Yung expose *deux cas tératologiques.*

Il s'agit, dans le premier, d'une nageoire supplémentaire observée chez une tanche *(Tinca vulgaris)* de 21 cm. de long et du

poids de 240 gr., c'est-à-dire adulte et, par ailleurs, normalement développée. Cette nageoire se trouvait située sur le flanc droit à mi-hauteur entre la dorsale et l'abdominale droite; elle était immobile, implantée dans un léger repli de la peau et ne gênant pas autrement la natation du poisson qu'en le faisant pencher du côté droit. La radiographie montre que ce membre, tout à fait indépendant du reste du squelette, avait ses 11 rayons réunis, mais non articulés, à autant d'interrayons implantés dans la musculature. Ces données furent confirmées par la dissection qui montra, en outre, que les trois interrayons inférieurs étaient soudés entre eux. La conformation de la nageoire supplémentaire ne laisse aucun doute sur sa nature de nageoire impaire. M. Yung rattache ce cas à ceux, connus chez les Cyprinoïdes, de dédoublement de la nageoire caudale, et il l'interprète comme une délamination de la nageoire *anale* survenue au cours du développement. Des deux anales nées de cette délamination, l'une seulement aurait suivi sa croissance normale, tandis que l'autre déjetée sur le côté droit serait restée en route et, par défaut d'usage, aurait par la suite fusionné ses rayons aux interrayons. Les cas de délamination de la caudale sont extrêmement rares.

L'autre anomalie signalée par M. Yung, concerne l'intestin d'une *Salamandra maculosa*. L'individu sur lequel elle a été observée était adulte et de taille normale. Son intestin d'un diamètre à peu près aussi grand dans sa portion moyenne que dans sa région antérieure, à parois minces et flasques, portait au commencement du rectum un énorme cœcum qui, ne trouvant pas de place dans la cavité du corps, avait fait hernie dans la patte postérieure droite dont il occupait, entre la peau et les muscles, toute la longueur jusqu'à l'origine des doigts. Le volume de la patte en était sensiblement augmenté. Le rectum était extrêmement dilaté, formant une vaste poche partiellement occupée comme le cœcum par des résidus alimentaires. M. Yung n'a trouvé mentionné dans la littérature tératologique aucun cas de ce genre.

J. Briquet. — *Carpologie des Ptychotis.*

Les *Ptychotis* sont des Ombellifères du groupe des Amminées caractérisées par la présence de pétales obcordés, pourvus d'un pli transversal situé au-dessous de l'échancrure. C'est sur ce pli que s'insère une languette dont la pointe est dirigée vers lab ase du pétale. Or, à part les deux groupes méditerranéens et européens du *P. Saxifraga* (L.) Lor. et Barr. et du *P. ammoïdes* (L.) Koch, l'étude a montré qu'aucune des espèces rapportées à ce genre par les auteurs ne présentait cette organisation caractéristique. Des différences notables dans la structure des pétales et des fruits ont amené l'auteur à séparer génériquement le groupe du

P. ammoïdes sous le nom de *Ammoïdes verticillata*. Un mémoire ultérieur inséré dans l'*Annuaire du Conservatoire et du Jardin botanique de Genève*, t. XVII, renfermera les détails justificatifs nécessaires.

Dr J. Carl. — *Nouveaux éléments américains dans la faune de Madagascar.*

A la suite de la découverte de plusieurs genres et espèces nouvelles de Phanéroptérides et Pseudophyllides *(Orthoptera, Locustodea)* de Madagascar, l'auteur a essayé une analyse zoogéographique de la faune malgache de ces deux groupes. On peut y distinguer 4 éléments :

1. Genres endémiques à affinités géographiques incertaines.
2. Genres communs avec la région orientale.
3. Genres (et espèces) communs avec l'Afrique.
4. Genres endémiques appartenant à des groupes de genres essentiellement américains.

L'auteur démontre que les affinités américaines, quoique plus anciennes et plus générales que les affinités orientales et africaines, sont le caractère le plus saillant de la faune malgache des Phanéroptérides et des Pseudophyllides. C'est à l'élément américain qu'appartiennent aussi la plupart des nouvelles espèces, dont les descriptions feront l'objet d'un mémoire accompagné de figures.

LISTE DES MEMBRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE

au 1er janvier 1914

---

1. MEMBRES ORDINAIRES

Casimir de Candolle, botan.
Lucien de la Rive, phys.
Arthur Achard, ing.
Jean-Louis Prevost, méd.
Edouard Sarasin, phys.
Ernest Favre, géol.
Emile Ador, chim.
William Barbey, botan.
Adolphe D'Espine, méd.
Eugène Demole, chim.
Théodore Turrettini, ingén.
Pierre Dunant, méd.
Auguste-H. Wartmann, méd.
Gustave Cellérier, mathém.
Raoul Gautier, astr.
Maurice Bedot, zool.
Amé Pictet, chim.
Robert Chodat, botan.
Alexandre Le Royer, phys.
Louis Duparc, géol.-minér.
F.-Louis Perrot, phys.
Eugène Penard, zool.
Chs Eugène Guye, phys.
Paul van Berchem, phys.
Théodore Flournoy, psychol.
Albert Brun, minér.
Emile Chaix, géogr.
Charles Sarasin, paléont.
Philippe-A. Guye, chim.
Charles Cailler, mathém.
Maurice Gautier, chim.
John Briquet, botan.
Frédéric Reverdin, chim.
Théodore Lullin, phys.
Arnold Pictet, zoolog.
Justin Pidoux, astr.
Auguste Bonna, chim.
E. Frey-Gessner, entomol.
Augustin de Candolle, botan.
F.-Jules Micheli, phys.
Alexis Bach, chim.
Thomas Tommasina, phys.
B.-P.-G. Hochreutiner, botan.
Frédéric Battelli, méd.
Émile Yung, zoolog.
Ed. Claparède, psychol.
Eug. Pittard, anthropol.
L. Bard, méd.
Ed. Long, méd.
J. Carl, entomol.
A. Jaquerod, phys.
H. Cristiani, méd.

P. de Wilde, chim.
Ch. Du Bois, méd.
Mlle L. Stern, physiol.
Aug. Eternod, méd.
Et. Joukowsky, géol.
Henri d'Auriol, chim.
Edmond Weber, zoolog.
Roger de Lessert, zoolog.
Humbert Cantoni, chim.
Emile Briner, chim.
Arthur Schidlof, phys.
George Baume, chim.
André Chaix, géol.
Jacques Reverdin, med.
Jules Favre, géol.
François Favre, géol.

2. MEMBRES ÉMÉRITES

Raoul Pictet, phys., Berlin.
J.-M. Crafts, chim., Boston.
D. Sulzer, ophtal., Paris.
F. Dussaud, phys., Paris.
E. Burnat, botan., Vevey.
Schepiloff, Mlle méd., Moscou.
Etienne Ritter, géol., Col. Springs.
Edouard Bugnion, entomol., Laus.
André Delebecque, ingén.
L. W. Collet, géol., Berne.
R. de Saussure, Berne.

3. MEMBRES HONORAIRES

Ch. Brunner de Wattenwyl, Vienne.
Ern. Chantre, Lyon.
P. Blaserna, Rome.
S.-N. Lockyer, Londres.
Alb. Heim, Zurich.
Théoph. Studer, Berne.
Eilh. Wiedemann, Erlangen.
L. Radlkofer, Munich.
Emile Fischer, Berlin.
Emile Noelting, Mulhouse.
A. Lieben, Vienne.
M. Hanriot, Paris.
Léon Maquenne, Paris.
A. Hantzsch, Wurzbourg.
Ch.-Ed. Guillaume, Sèvres.
K. Birkeland, Christiania.
Sir W. Ramsay, Londres.
Aug. Righi, Bologne.
H.-A. Lorentz, Leyde.
H. Nagaoka, Tokio.
J. Coaz. Berne.
R. Blondlot, Nancy.
C. Græbe, Francfort.
Wilhelm Ostwald, Grossbothen.
Otto Lehmann, Carlsruhe.
Fritz Sarasin, Bâle.
Pierre Weiss, Zurich.
Henri Blanc, Lausanne.
Arnold Lang, Zurich.
Alfred Werner, Zurich.
Albin Haller, Paris.
G. Cappellini, Bologne.
Georges Lemoine, Paris.
J. R. Mourelo, Madrid.

4. ASSOCIÉS LIBRES

James Odier.
Ch. Mallet.
Luc. de Candolle.
Ed. des Gouttes.
Wil. Favre.
Alexis Lombard.
Louis Pictet.
Ed. Martin.
Edm. Paccard.
D. Paccard.
Edm. Flournoy.
Georges Frütiger.
Ed. Beraneck.
Emile Veillon.
Guill. Pictet.
G. Darier.
H. Fatio.
E. Turrettini.
J. Albaret.
H.-E. Gans.
E. Cardoso.
Aug. Rilliet.
Henri Lombard.
Ed. Brot.
Henri Flournoy.
Arm. de Luc.

TABLE

Pages

Séance générale annuelle du 16 janvier 1913

Maurice Gautier. Rapport annuel 5

Séance du 6 février

A. Schidlof et Mlle Murzynowska. Sur l'application de la loi de Stokes à la chute de très petites gouttes et à la détermination de la charge de l'électron. — Arnold Pictet. Nouvelles recherches sur l'hibernation des Lépidoptères. — Raoul Pictet. Nouveau procédé pour la séparation de l'azote et de l'oxygène pur à partir de l'air liquide. — E. Yung et L. Stefansky. Sur la faune des Nématodes libres du canton de Genève 5

Séance du 20 février

L. Duparc et ses élèves. 1) Sur la séparation du palladium d'avec métaux du groupe du platine, et sur l'analyse des minerais de platine. — 2) Sur l'action de l'acide chlorhydrique chaud à 5 % sur quelques terres rares après désagrégation avec le carbonate de sodium. — 3) La précipitation quantitative du magnésium. — 4) Les méthodes d'insolubilisation de la silice. — Th. Tommasina. La vitesse de la lumière et la constante de gravitation ne peuvent pas être des constantes absolues. 12

Séance du 6 mars

A. Brun. Sur la déshydratation des micas. — Th. Tommasina. A propos de la constatation expérimentale que vient de faire Sir J.-J. Thomson de l'émission d'hélium par les électrodes dans les tubes à vide 16

Séance du 3 avril

B. P. G. Hochreutiner. Sur les organes inutiles, à propos d'un nouveau genre de Malvacées. — Th. Tommasina. M. Marcel Brillouin et le principe de relativité. Critiques superposées 21

Séance du 17 avril

Th. Tommasina. Max Abraham et le champ gravitationnel..... 25

Séance du 8 mai

E. Penard. Observations sur un infusoire du genre Cothurnia. — Th. Tommasina. Sur le mouvement absolu, le repos apparent et la relativité des vitesses et des trajectoires..... 29

Séance du 5 juin

J. Carl. Sur une anomalie dans la segmentation de certains Diplopodes. — Th. Tommasina. Pierre Prevost et la théorie corpusculaire gravifique de Le Sage..... 23

Séance du 3 juillet

Ed. Sarasin et Th. Tommasina. Constatation d'un phénomène semblable à l'*effet Volta* à l'aide de la radioactivité induite. — E. Briner. Sur le rôle des atomes comme facteurs de la vitesse de réaction..... 37

Séance du 2 octobre

J. Briquet. Sur la déhiscence des calices capsulaires chez les Capparidacées..... 472

Séance du 6 novembre

J. Briquet. Carpologie comparée et fénestration siliculaire des Thysanocarpes. — Ed. Sarasin et Th. Tommasina. Contribution à l'étude de l'*effet Volta* à l'aide de l'émanation radioactive. — R. Chodat. Monographies d'algues en cultures pures..... 473

Séance du 20 novembre

Amé Pictet. Nature chimique de la houille. L. Duparc. Sur les sables noirs de Madagascar..... 470

Séance du 4 décembre

Albert Brun. La région volcanique de Olot, province de Gerona. — Emile Yung. Distribution verticale du plankton dans le lac de Genève..... 473

Séance du 18 décembre

Emile Yung. Deux cas tératologiques. — J. Briquet. Carpologie des Ptychotis. — J. Carl. Nouveaux éléments américains dans la faune de Madagascar.

Liste des Membres 83

CALIF ACAD OF SCIENCES LIBRARY
3 1853 10007 6236